

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELO EDUARDO JOSÉ MÜLLER

**ANÁLISE DAS VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA NAS MARGENS DO MAR DO
ARARAPIRA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO**

**PONTAL DO PARANÁ
2007**

MARCELO EDUARDO JOSÉ MÜLLER

**ANÁLISE DAS VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA NAS MARGENS DO MAR DO
ARARAPIRA COMO SUBSÍDIO AO PLANEJAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Oceanografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Rodolfo José Angulo

Co-orientadores: M.Sc. Clécio José Lopes de Quadros

Dra. Silvia Rösler

PONTAL DO PARANÁ
2007

RESUMO

As desembocaduras lagunares são feições geomorfológicas, associadas a sistemas ilhas barreira, que conectam corpos aquosos semi-confinados com o oceano, e separam lateralmente duas feições arenosas ou uma feição arenosa de um corpo rochoso próximo à costa. A desembocadura do Mar de Ararapira, no extremo Norte paranaense e extremo Sul paulista apresenta essas características. Uma inversão anômala da corrente de deriva litorânea nessa região provoca a migração da desembocadura em direção SW, ocasionando intenso processo erosivo na costa próxima à vila de Barra do Ararapira. O padrão meandrante do corpo lagunar provoca a erosão nas margens côncavas e a diminuição na largura do esporão do Ararapira. Num ponto localizado a 6 km a NE da desembocadura o esporão pode romper e formar uma nova desembocadura, o que trará grandes mudanças no padrão de circulação e na dinâmica de sedimentos. O rompimento ainda propiciará a realocação da comunidade da Enseada da Baleia, localizada a 500 m deste ponto. A formação de uma nova desembocadura provocará o fechamento da atual, dificultando o acesso ao mar aberto dos pescadores residentes na vila de Barra do Ararapira e de Pontal do Leste. O objetivo deste trabalho é verificar e monitorar os processos costeiros no Mar do Ararapira, através da interpretação de fotografias aéreas, caminhamento com DGPS e perfis praias, para sugerir espaços apropriados para o uso e ocupação nas suas margens, considerando também o cenário futuro do rompimento da Restinga do Cardoso. Os resultados indicam processos contínuos, tanto para erosão quanto para sedimentação, nas margens internas do Mar do Ararapira, e equilíbrio dinâmico das praias voltadas para mar aberto.

Palavras-chave: Variações da linha de costa. Uso e ocupação. Mar do Ararapira. Migração de desembocaduras lagunares.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	7
1.1 JUSTIFICATIVA	9
2. OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
3. ÁREA DE ESTUDO	12
3.1 COMUNIDADES	12
3.1.1 Enseada da Baleia	12
3.1.2 Pontal do Leste	14
3.1.3 Barra do Ararapira	14
3.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS	15
3.3 GEOLOGIA	16
3.4 CLIMA	16
3.5 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS	17
4. DINÂMICA COSTEIRA DA REGIÃO	19
4.1 DISTRIBUIÇÃO DOS SEDIMENTOS	19
4.2 DELTA DE MARÉ	20
4.3 MIGRAÇÃO LATERAL DA DESEMBOCADURA	20
4.3.1 Corrente de deriva para NE	21
4.3.2 Corrente de deriva para SW	22
4.4 EROSIÃO DO ESPORÃO DA RESTINGA DO CARDOSO	23
4.5 NOVO CENÁRIO HIDRODINÂMICO-COSTEIRO	24
5. OCUPAÇÃO	26
5.1 OCUPAÇÃO E A DINÂMICA COSTEIRA	26
5.2 OCUPAÇÃO TRADICIONAL	27
5.3 USO E OCUPAÇÃO NAS MARGENS DO MAR DO ARARAPIRA	28
6. METODOLOGIA	30
7. RESULTADOS	34
7.1 VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA	34
7.1.1 Setor I	34
7.2 PERFIS PRAIAIS	41
7.2.1 Vila de Barra do Ararapira	41
7.2.2 Esporão da Restinga do Cardoso	43
7.3 MAPA FALADO	46
8. DISCUSSÃO	47
8.1 VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA	47
8.1.1 Margens da desembocadura do Mar do Ararapira (setor I)	47
8.1.2 Porção mais estreita da Restinga do Cardoso (setor II)	48
8.2 OCUPAÇÃO	49
8.2.1 Recomendações à ocupação	50
8.2.1.1 Momento atual: antes da ruptura do esporão	51
8.2.1.2 Após o rompimento do Esporão	53
9. CONCLUSÃO	56
10. CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS	58

1. INTRODUÇÃO

O litoral pode ser definido como uma zona de usos múltiplos, pois em sua extensão é possível encontrar variadas formas de ocupação do solo e a manifestação das mais diferentes atividades humanas, como a pesca, extrativismo, indústrias, turismo, transporte de mercadorias, preservação ambiental, moradia e outras (MMA, 1996).

Além disso, tem uma característica dinâmica, tanto nos aspectos físicos, quanto nos aspectos socioeconômicos. Um amplo conhecimento sobre estas dinâmicas é essencial para harmonizar o seu uso e ocupação, tendo como propósito resolver os conflitos nela existentes e assegurar melhor qualidade de vida para seus habitantes, protegendo seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural (MARRONI & ASMUS, 2005).

A dinâmica costeira é essencialmente comandada pela ação dos agentes físicos oceanográficos como as ondas, marés e correntes de deriva litorânea, trazendo modificações permanentes ou transitórias na costa (TESSLER & GOYA, 2005). Este efeito provoca o deslocamento da foz de rios, desenvolvimentos de deltas, acreção e erosão de bancos arenosos submersos junto às linhas de costa, erosão e progradação da linha de costa, entre outros.

No Brasil, 40% da costa oceânica são fustigadas por processos erosivos e perdem terreno para o mar, enquanto que em 10% ocorre o inverso, a areia avança sobre o oceano. Nas desembocaduras, a erosão invade 15% dos rios e estuários que deságuam no oceano. Em outros 15% dos casos a foz ganha espaço sobre o mar (MARQUES 2003).

Segundo Tessler & Goya (2005) as modificações do padrão dinâmico por variações naturais e/ou induzidas pelo homem são os principais fatores dessas alterações, que só se tornam um problema, de fato, quando afetam os usos que estão condicionados a faixa costeira.

Na costa paranaense a ocupação caracteriza-se pela construção de residências o mais próximo possível do mar, e quando há o surgimento de novas áreas emersas, elas tendem a ser rapidamente ocupadas (ANGULO 1993a).

Identificar e caracterizar a costa em relação a sua estabilidade é um importante instrumento de planejamento da zona costeira. Para isso, no entanto, é

necessário compreender as escalas espaciais e temporais envolvidas no processo (ANGULO *et al.* 2006).

É possível considerar que a herança geológica da costa paranaense tenha favorecido o acúmulo de sedimentos durante os períodos em que o mar tinha níveis superiores ao atual, notadamente durante o último interglacial ocorrido há aproximadamente 120.000 anos e durante o último pós-glacial, a partir de 5.000 a 5.400 anos A. P. (antes do presente).

Algumas análises em escalas de décadas já foram realizadas no litoral paranaense (ANGULO, 1992, 1993a, 1993c; ANGULO & ARAÚJO, 1996; GOBBI, 1997; QUADROS, 2002; QUADROS *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 1994), demonstrando que as mudanças de centenas e até milhares de metros encontradas na linha de costa paranaense são provocadas pela influência das desembocaduras e das feições a elas associadas, como os deltas de maré vazante.

Mudanças também podem ocorrer em escalas interanuais associadas a fenômenos tais como *El Niño* e *La Niña*; sazonais, em função do clima de ondas; e de eventos durante as tempestades.

O objetivo deste trabalho é analisar as tendências erosivas nas margens do Mar do Ararapira, e de sua desembocadura, divisa entre os estados do Paraná e de São Paulo, e a partir disto elaborar mapas temáticos como subsídios para o uso e ocupação daquela área.

1.1 JUSTIFICATIVA

No litoral sul do Estado do Paraná a ocupação tem se caracterizado por ser muito próxima da linha de costa ou mesmo sobre a praia, pela destruição das dunas frontais e por obras de canalização, dragagem e infraestrutura urbana que não consideram de forma adequada a dinâmica natural.

A faixa norte do litoral do estado é caracterizada por baixas taxas de ocupação e está compreendida, na quase totalidade, por áreas de preservação ambiental de extrema relevância para o planeta, sendo considerada pela **Unesco** como Patrimônio Mundial da Biodiversidade e Patrimônio Mundial da Humanidade.

O entendimento dos processos costeiros atuantes nessa região é imprescindível tanto para o ordenamento do uso e ocupação que podem ocorrer nessas áreas por populações tradicionais, ou para o manejo das Unidades de Conservação ali presentes.

Atualmente duas comunidades presentes na área de estudo sofrem com problemas relacionados à erosão costeira, Barra do Ararapira no Paraná e Enseada da Baleia em São Paulo.

Rösler (2006), através de oficinas participativas com chefias do Parque Nacional do Superagüi e com lideranças da comunidade de Barra do Ararapira, verificou que os temas prioritários à comunidade de Barra do Ararapira são os impactos da erosão costeira e a situação irregular da comunidade perante o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

O Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, no estado de São Paulo, considera como uma das atividades prioritárias a serem realizadas no âmbito de pesquisa científica as “*pesquisas relacionadas a processos erosivos que vêm atingindo a restinga do Marujá*”, e considera ainda a erosão costeira como o principal problema enfrentado pela vila de Enseada da Baleia (SÃO PAULO, 2002).

Além disso, o monitoramento da porção mais estreita do esporão do Ararapira, com tendência ao rompimento nos próximos anos, irá modificar radicalmente a dinâmica hidrológica da região. Trazendo dúvidas entre os limites dos estados do Paraná e de São Paulo, que hoje são delimitados pelo Mar do Ararapira na sua faixa costeira.

Espera-se que os resultados a serem alcançados neste projeto subsidiem a tomada de decisão com relação ao uso e ocupação do espaço na região e contribua ainda para o entendimento da dinâmica costeira neste setor.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral deste trabalho é verificar e monitorar os processos costeiros no Mar do Ararapira para sugerir espaços apropriados para o uso e ocupação nas suas margens, considerando também o cenário futuro do rompimento da Restinga do Cardoso.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. verificar a taxa de migração da desembocadura do Mar do Ararapira;
- ii. verificar as variações da linha de costa na Restinga do Cardoso e das margens adjacentes na Ilha do Superagüi;
- iii. monitorar o processo de ruptura da porção mais estreita da Restinga do Cardoso;
- iv. verificar quais áreas da vila de Barra do Ararapira são mais afetados pela erosão;

3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo está compreendida no extremo norte do litoral paranaense e extremo sul do litoral paulista, entre as latitudes de 25°12'20" e 25°19'12" sul e as longitudes 47°59'33" e 48°06'34" oeste. O acesso se dá por meio de embarcação, a partir das cidades de Paranaguá e Guaraqueçaba (Paraná), pela baía dos Pinheiros e Canal do Varadouro; e Cananéia (São Paulo) pela baía de Trapandé e Mar do Ararapira. O acesso pode ser feito também de bicicleta ou a pé a partir das vilas próximas como Marujá e Superagüi (FIGURA 1).

A região está compreendida no Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape, Cananéia e Paranaguá, maior complexo estuarino do Atlântico Sul, e ainda um dos últimos redutos da Floresta Atlântica no País, considerado pela **Unesco** como Reserva da Biosfera e Patrimônio Natural da Humanidade. Esses recursos naturais comportam flora e fauna diversificada, mantidas em diversas UC's, formando um extenso mosaico de áreas protegidas.

No lado paranaense, foi criado em 1985 a APA de Guaraqueçaba e em 1989 o Parque Nacional do Superagüi, sendo ampliado em 1997 para as delimitações atuais. Na margem Paulista, foi criado em 1962 o Parque Estadual da Ilha do Cardoso e, em 1988, a APA de Cananéia – Iguape – Peruíbe.

3.1 COMUNIDADES

São três as comunidades compreendidas na área de estudo, são elas Barra do Ararapira no Estado do Paraná, e Pontal do Leste e Enseada da Baleia no Estado de São Paulo.

3.1.1 Enseada da Baleia

Na comunidade de Enseada da Baleia a infra-estrutura comunitária é composta por uma mercearia conjugada com um restaurante, uma igreja, um centro

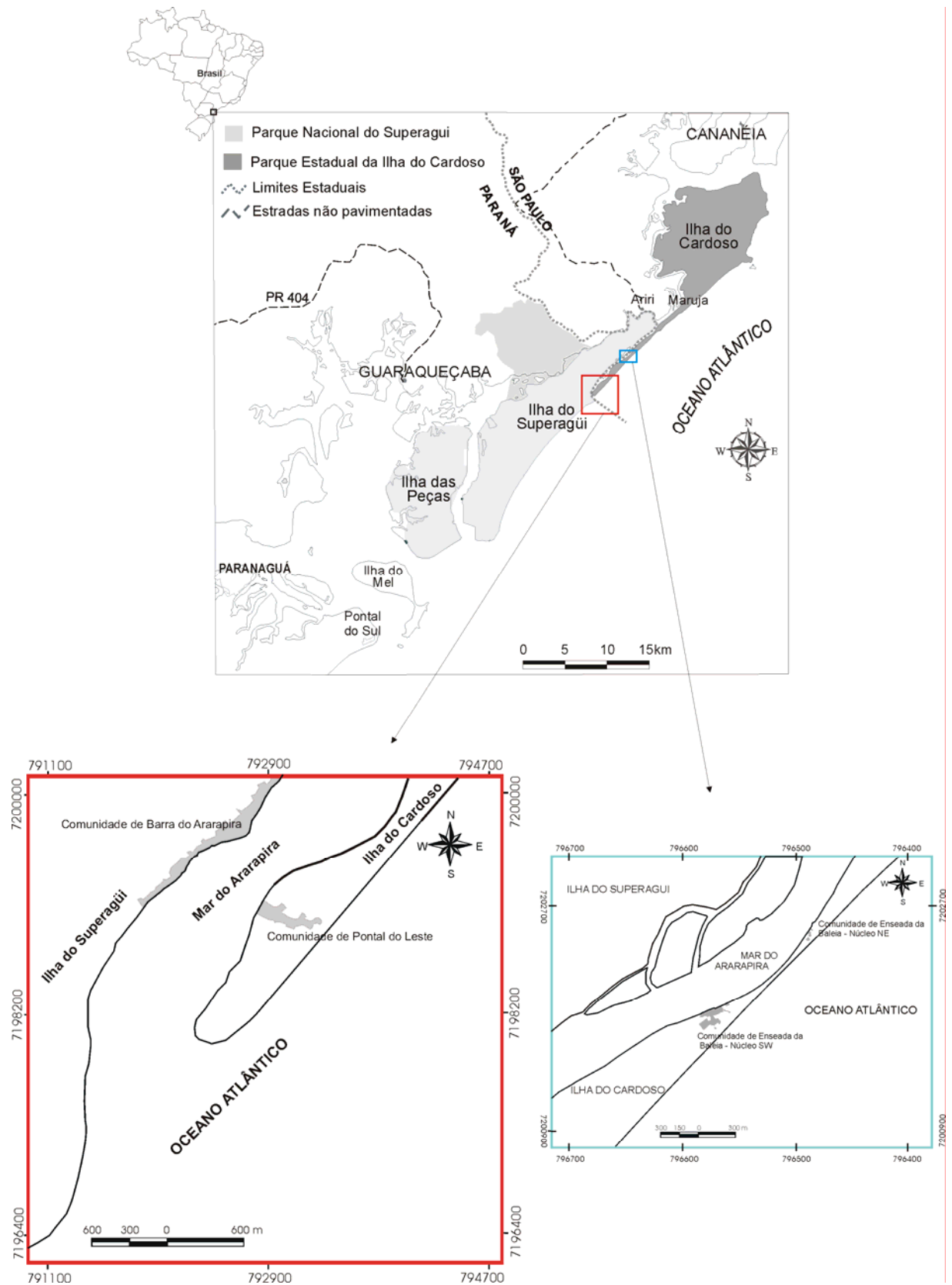


FIGURA 1 - LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NO COMPLEXO ESTUARINO DE CANANÉIA-PARANAGUÁ, DO PARQUE NACIONAL DO SUPERAGUI, DO PARQUE ESTADUAL DA ILHA DO CARDOSO, E DAS COMUNIDADES: BARRA DO ARARAPIRA (PR), PONTAL DO LESTE (SP) E ENSEADA DA BALEIA (SP)
 FONTE: O autor (2007)

comunitário e um posto telefônico. Um gerador a diesel e painéis solares garantem a energia para a comunidade.

A atividade econômica principal é a pesca artesanal, sendo complementada pela locação de quartos e fornecimento de alimentação aos turistas. Na época de pesca da tainha, quando a produção de pescados é grande, é feito a salga do peixe e o defumo da ova, sendo comercializados em Cananéia e Paranaguá (SÃO PAULO, 2002).

Os 50 moradores tradicionais residem em dois núcleos: norte e sul, distantes a 1 km de distância. Ambos os núcleos possuem saída tanto para o Mar do Ararapira quanto para o mar aberto, mas há preferências pela ocupação ao longo da margem do corpo lagunar, mais protegido dos ventos e com melhor acesso das embarcações.

A meio caminho entre os dois núcleos encontra-se a porção mais estreita da Restinga do Cardoso, a qual apresenta-se atualmente com processo erosivo, havendo previsões de ruptura para os próximos anos (ANGULO *et al.*, 2007).

Por esse motivo e também pelos processos erosivos que vêm enfrentando diretamente, a comunidade será realocada no próximo ano (2008).

3.1.2 Pontal do Leste

A ocupação em Pontal do Leste ocorre junto à margem do Mar do Ararapira e para o interior da restinga, na direção da praia externa.

Os aproximadamente 70 moradores tradicionais que ali residem, tiram seu sustento da pesca artesanal costeira e do turismo, sendo a estrutura para esse fim resumida à hospedagem em quartos das próprias residências ou acampamentos em seus quintais (SÃO PAULO, 2002).

A infra-estrutura comunitária é resumida a um posto telefônico e um centro comunitário. Além dos painéis solares, recentemente foi instalado um gerador eólico que ajuda a abastecer com eletricidade a comunidade.

3.1.3 Barra do Ararapira

Em Barra do Ararapira vivem aproximadamente 300 moradores distribuídos em aproximadamente 70 casas. A infraestrutura comunitária é composta de um posto de saúde, uma escola primária, uma igreja e um centro comunitário. Existe ainda uma pousada, um bar/mercearia e um restaurante que funciona conforme a demanda. A pesca artesanal é a principal atividade econômica, sendo desenvolvida tanto no interior do estuário como em mar aberto. Geradores a diesel e painéis solares garantem energia elétrica a quase toda a comunidade.

A ocupação ocorre ao longo da margem do Mar do Ararapira, preferencialmente sobre os cordões litorâneos, chamados localmente de cômbrós. Entre um cordão e outro formam-se os brejos intercordões, ou caxetais, geralmente não ocupados.

A ocupação em Barra do Ararapira pode ser dividida ainda da seguinte maneira: em costa estuarina e em costa com influência de desembocadura. Esta última ocorre em duas diferentes margens: côncava e convexa no corpo lagunar do Ararapira

3.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS

A Restinga do Cardoso, também conhecida como Esporão do Ararapira, e Restinga do Marujá, possui um comprimento em torno de 16 km e largura média de aproximadamente 400 m, constituindo a porção meridional da Ilha do Cardoso. O esporão tem largura de até 800 m e três estreitamentos com largura inferior a 200 m. Este esporão segundo Angulo *et al.* (2007) teria se formado por migração lateral nos últimos 700 a 1100 anos.

O Mar do Ararapira é um corpo de água alongando, meandrante, com orientação SSW-NNE, paralelo à costa, com largura média de 400 m e comprimento de aproximadamente 16 km. Em seu extremo norte comunica-se com a Baía de Tapandré, no estado de São Paulo, e a sul, através do Canal do Varadouro, com a Baía dos Pinheiros.

A sua desembocadura, localizada no extremo sudoeste, denominada Barra do Ararapira, tem largura em torno de 1 km. Separa a Ilha do Superagüi da Ilha do

Cardoso, e juntamente com parte do Mar do Ararapira, é o divisor político costeiro entre os estados do Paraná e São Paulo.

3.3 GEOLOGIA

Angulo (1992), definiu a cobertura sedimentar cenozóica, que forma praticamente toda a planície costeira paranaense, como de origem continental e marinha. Os sedimentos continentais correspondem a leques e cones aluviais, tálus, colúvios e sedimentos fluviais, com idades que vão do Mioceno Inferior ao Holoceno.

Os sedimentos marinhos estão subdivididos em: a) planície costeira com cordões litorâneos: sedimentos arenosos finos e muito finos, com altitude em torno de 10 m acima do nível médio do mar e apresenta, na porção mais interna terraços aplainados e na mais externa, os cordões litorâneos paralelos a subparalelos dispostos em feixe; e b) sedimentos estuarinos (ANGULO, op.cit).

A planície costeira com cordões litorâneos apresenta uma série de ambientes de sedimentação atuais associados, como as praias, as depressões intercordões constituídas por áreas alagadas e vegetadas, e dunas frontais que formam cordões dunares de 20 a 80 m de largura com altura máxima de 6 m (ANGULO, 1992).

A planície costeira paranaense e sul paulista caracteriza-se pela composição arenosa, formada durante regressões marinhas quaternárias, sendo constituídas de cordões litorâneos do Holoceno, interpretados como paleodunas frontais que acompanhavam antigas linhas de costa (ANGULO *et al.*, 2006).

3.4 CLIMA

Segundo a classificação de Köeppen, o litoral paranaense e sul paulista apresenta o tipo climático Cfa, ou seja, subtropical úmido mesotérmico com verão quente. O mês mais frio apresenta temperatura média inferior a 18°C, e o mês mais quente apresenta temperatura média superior a 22°C (IPARDES, 1995). A temperatura média anual é de 22°C, com precipitação de 2500 mm. As chuvas são

do tipo ciclônico, orográfico e de convecção. As estações mais chuvosas são o verão e o outono, com índices pluviométricos superiores a 100 mm/dia (IPARDES, 1990).

Na região sul, com o centro de ação anticiclônico ou “centro de alta”, tem-se o Anticiclone do Atlântico, responsável pela origem da massa tropical marítima, e o Anticiclone Migratório Polar, responsável pela origem da Massa Polar. Entre essas duas massas de ar existe sempre uma zona de depressão, que se constitui numa descontinuidade variável para a qual convergem os ventos das duas massas de ar. Nessas descontinuidades, os ventos convergentes ou ciclônicos tornam o tempo instável e geralmente chuvoso, freqüentemente acompanhado de tempestades (IAPAR, 1978). Estes fenômenos atuam como agentes transformadores da costa sul brasileira (CALLIARI & KLEIN, 1993).

3.5 CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS

No litoral norte paranaense e sul paulista, assim como em outras regiões do país, a maré é semi-diurna, com duas preamares e duas baixamares diárias, com amplitudes sensivelmente diferentes. As amplitudes normais são do tipo micro-maré, em torno de 1,5 metros (ANGULO, 1992).

As correntes residuais de maré podem ser significativamente influenciadas pelo vento, tanto na zona costeira como no interior da baía (CAMARGO, 1998 *apud* ANGULO *et al.*, 2006). O efeito do vento é particularmente importante na geração de marés meteorológicas, geralmente associadas à passagem de frentes frias, provocando o empilhamento da água na costa, alterando as amplitudes de maré e intensificando a ação das correntes.

Segundo Tessler (1988), as correntes de maré vazante são mais pronunciadas que as de enchente, fato observado por esse autor na configuração das ilhas e baixios do Mar do Ararapira, que se deslocam para jusante por sedimentação nos ângulos protegidos e erosão nos locais expostos.

Até o momento não há dados de correntes de maré para o Mar do Ararapira, campanhas de monitoramento foram feitas recentemente, em outubro de 2007, pelo laboratório de Física Marinha do Centro de Estudos do Mar (CEM) e em breve será publicado. Para a baía de Paranaguá, alguns autores (MARONE *et al.*, 1995a;

MANTOVANELLI, 1999; NOERNBERG, 2001; LANA *et al.*, 2000 *apud* ANGULO *et al.*, 2006) evidenciaram assimetrias (valores maiores em vazante do que em enchente) na ordem de grandeza acima de 100 cm/s nas vazantes de sizígia e ao redor de 80 cm/s nas enchentes. Nas quadraturas, as intensidades diminuem em até 40%.

Segundo Portobrás (1983), em levantamento realizado na porção central do litoral paranaense, a direção predominante dos trens de ondas é N74° e N147°, relacionado às direções ENE e SSE respectivamente. O primeiro está relacionado ao anticiclone tropical do Atlântico Sul e o segundo, de maior intensidade, relacionado a sistemas meteorológicos que podem ocasionar ondas de tempestade. O período de onda varia entre 6 e 10 segundos e a altura significativa entre 0,5 e 1,5 m.

O predomínio de ondas do quadrante SSE sugere uma deriva litorânea preferencial orientada para Norte. Marone *et al.* (1995, *apud* MIHÁLY, 1997), baseando-se num experimento feito com garrafas de deriva, concluíram que o fluxo principal das correntes de deriva litorânea na região é na direção norte. Entretanto, Alfredini (1997, *apud* MIHÁLY & ANGULO, 2002), baseado em observações de ondas ao largo da Ilha do Bom Abrigo, a aproximadamente 30 km ao norte da barra, objetivando a estimativa de vazão sólida, determinou que na região da Barra do Ararapira predomina o transporte de sedimentos litorâneos no sentido SW.

4. DINÂMICA COSTEIRA DA REGIÃO

4.1 DISTRIBUIÇÃO DOS SEDIMENTOS

Mihály (1997) analisou as características sedimentológicas das praias próximas a desembocadura do Mar do Ararapira (Ilha das Peças; Praia Deserta e Ilha do Cardoso) na tentativa de inferir o sentido da deriva e de se estabelecer a dinâmica dos sedimentos na região. No entanto, não foi identificado um padrão de tendência de distribuição dos sedimentos.

Segundo a autora, esta inexistência de um padrão pode estar relacionada aos seguintes fatores: 1) aporte constante de sedimentos, devido à presença de pequenos riachos que cortam a praia da Ilha do Superagüi, além do Canal do Superagüi e da desembocadura lagunar do Ararapira; 2) proximidade da área fonte, sugerida pela predominância de formas angulosas nos minerais pesados e relativo estado de conservação dos minerais mais instáveis; 3) pouca influência da corrente de deriva litorânea sobre o transporte de sedimentos seja pela sua pouca intensidade, ou pela direção da costa, que não propicia uma ação efetiva das ondas e, por conseguinte da corrente de deriva litorânea; 4) variação no ângulo de aproximação das ondas, o que acarretaria numa inversão periódica no sentido da deriva; e 5) ação conjunta de dois ou mais desses fatores.

Sendo assim, admite-se que as características de distribuição dos sedimentos nestas praias estão condicionadas a um aporte constante de sedimentos, à proximidade da área fonte e à inversão periódica na direção da corrente de deriva litorânea, criando células de deriva. O terceiro item foi descartado porque a corrente de deriva na região é de fato intensa, a qual provoca o deslocamento da desembocadura em sentido unidirecional (MIHÁLY, 1997).

A praia da Ilha do Cardoso foi a única que apresentou padrões conhecidos de distribuição das características granulométricas segundo os modelos de MacLaren & Bowles (1985 *apud* MIHÁLY, 1997). Foi encontrado um aumento do diâmetro médio dos grãos e assimetria mais positiva na direção NE. Segundo a autora, isto se deve ao fato da inexistência de riachos ao longo desta praia e da

presença do costão rochoso no extremo NE da praia, que aprisiona os sedimentos mais grossos e os minerais pesados.

4.2 DELTA DE MARÉ

Delta de Maré são feições deposicionais arenosas, submersas e semi-submersas, que ocorrem associadas às desembocaduras. No Paraná, ocorrem nas baías de Guaratuba e Paranaguá, no Canal do Superagüi e no Mar do Ararapira (ANGULO, 1992, 1999).

Segundo os modelos propostos por Oertel (1975 *apud* ANGULO, 1999), o delta de maré vazante da desembocadura do Mar do Ararapira é um delta de maré dominado por ondas com transporte predominante numa direção (NE).

4.3 MIGRAÇÃO LATERAL DA DESEMBOCADURA

Conforme já descrito por alguns autores (TESSLER, 1988; ANGULO, 1993a; MIHÁLY, 1997; MIHÁLY & ANGULO, 2002), a desembocadura do Mar do Ararapira vem sofrendo migração lateral, no sentido SW.

Angulo (1993a), com base nos primeiros levantamentos aerofotogramétricos realizados no litoral paranaense em 1953 e 1980, identificou um deslocamento de 1200m do canal principal do delta de maré para esse período (FIGURA 2), com taxa anual média de 44m/ano.

Mihály (1997), através de perfis topográficos, monitorou o deslocamento da Barra do Ararapira no período de 28 de setembro de 1993 a 31 de maio de 1996, evidenciando erosão de 131,3 m³, considerando o perfil com um metro de largura, na margem do Superagüi e acresção de 248,3 m³ na margem do Esporão do Ararapira, no período; o que equivale a taxas de 4,1 m³/ano e 7,8 m³/ano, respectivamente.

Angulo *et al.* (2007) identificaram este deslocamento através da forma recurvada e do truncamento dos cordões praias existentes na Restinga do Cardoso,

próximo a desembocadura e ao longo de pelo menos 70% de todo o esporão. Segundo Angulo & Araújo (1996), o truncamento dos cordões é um indício de costa com influência das desembocaduras, onde os cordões mais novos freqüentemente truncam os mais antigos, denotando mudanças freqüentes na configuração da costa.

Mihály (1997) e Mihály & Angulo (2002) sugeriram dois modelos de circulação relacionados à direção da corrente de deriva que, atuando alternadamente, provocaria a migração da desembocadura

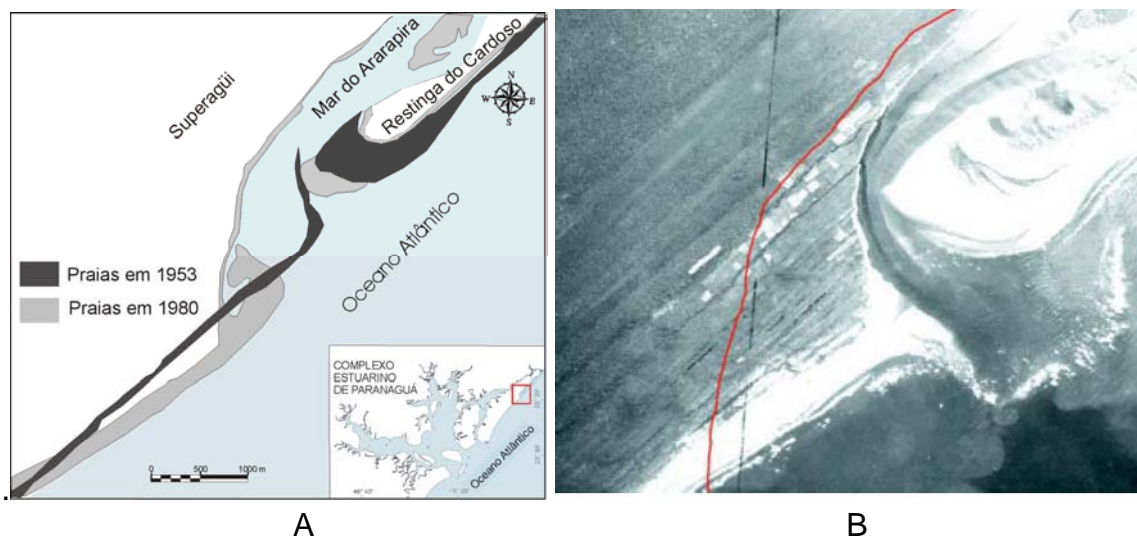


FIGURA 2 – A: PRAIAS EM 1953 E 1980 DEMONSTRANDO O DESLOCAMENTO DA DESEMBOCADURA DO MAR DO ARARAPIRA PARA SW. B: FOTOGRAFIA ÁÉREA DE 1953 DA DESEMBOCADURA DO MAR DO ARARAPIRA COM A LINHA DE COSTA DE 1980 (EM VERMELHO), EVIDENCIANDO INTENSO PROCESSO EROSIVO.

FONTE: A: Modificado de Angulo (1993a); B: Angulo (2004)

4.3.1 Corrente de deriva para NE

O Mar do Ararapira, paralelo a costa e com fluxo hídrico de vazante no sentido NE para SW, encontra ao atingir o delta de maré vazante uma corrente de deriva predominante de SW para NE, ocorre então a inversão no sentido do fluxo (FIGURA 3A). A morfologia do delta também favorece a inversão do fluxo para NE, fazendo com que o fluxo hídrico assuma uma posição preferencial num canal principal, junto à margem do superagüi, o que resulta na erosão desta margem côncava da desembocadura com deposição no delta de vazante. Na margem da Ilha do Cardoso, a existência de bancos de areia semi-submersos propiciam uma zona

de calmaria com propensão a sedimentação nas correntes de enchente, resultando no crescimento do esporão no sentido SW (MIHÁLY, 1997; MIHÁLY & ANGULO, 2002).

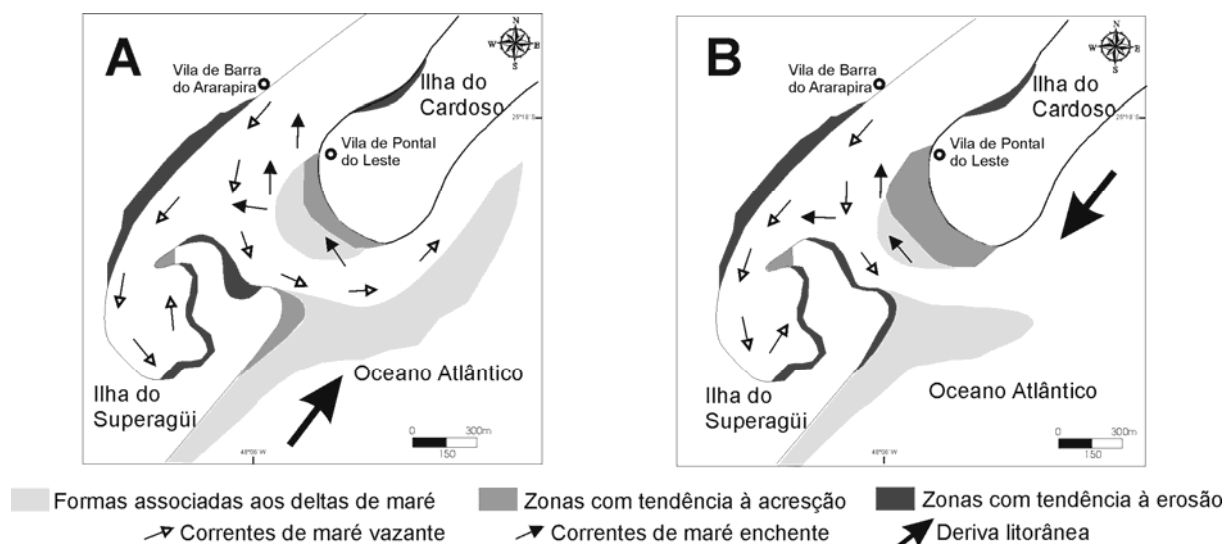


FIGURA 3¹ - MODELOS CONCEITUAIS DE CIRCULAÇÃO DAS CORRENTES DE MARÉ E DAS AREIAS DURANTE A ATUAÇÃO DA CORRENTE DE DERIVA LITORÂNEA LONGITUDINAL RUMO A NE (FIGURA A) E RUMO A SW (FIGURA B) NA DESEMBOCADURA LAGUNAR DO MAR DO ARARAPIRA
 FONTE: Mihály & Angulo, 2002.

4.3.2 Corrente de deriva para SW

Mihály (1997) identificou que em períodos prolongados de ausência de ventos do quadrante sul, ocorre a inversão no sentido da deriva, passando a ter temporariamente sentido SW. Os sedimentos transportados por ela são então bloqueados pela corrente de vazante do Mar do Ararapira, provocando a deposição à montante da desembocadura, na Restinga do Cardoso (FIGURA 3B). No entanto, a maior parte dos sedimentos acrescidos à margem da Ilha do Cardoso provém do delta de deriva litorânea (MIHÁLY, 1997), que recebeu sedimentos da margem côncava do Superagüi em situação de corrente de deriva para NE. Nesta situação, a

¹ Esta configuração do delta, dos bancos submersos e da enseada junto à margem do Superagüi se refere ao cenário de 1993, sendo diferente do atual. A enseada já se encontra erodida, assim como o delta de deriva litorânea. Porém os padrões de circulação de correntes de maré e de deriva litorânea continuam atuando de maneira semelhante

margem paranaense continuaria com processo erosivo provocado pelo déficit de sedimentos bloqueados pelo efeito molhe hidráulico da corrente de vazante.

Angulo (1999) identificou uma progradação de 300 m no período de 1953 a 1980 nas áreas adjacentes a desembocadura. O sedimento transportado pela corrente de deriva, que ora tem sentido NE e ora tem sentido SW, é barrado pelo efeito molhe hidráulico e deposita-se nas duas margens. Esta progradação pode ser evidenciada pela orientação radial dos cordões litorâneos nos 3 km próximos à desembocadura (ANGULO, 1999), com orientação entre N62°E e N49°E, enquanto que na costa mais afastada, na praia deserta do Superagüi, os cordões são paralelos entre si, com orientação N62°E (ANGULO, 1999).

4.4 EROSÃO DO ESPORÃO DA RESTINGA DO CARDOSO

Segundo Tessler (1988), os processos erosivos e deposicionais existentes ao longo do Mar do Ararapira são oriundos da forma meandrante do corpo lagunar e da ação das correntes de maré, erodindo as margens côncavas e depositando nas margens convexas. Segundo o autor, este processo é mais efetivo nas correntes de maré vazante e intensificado na passagem de frentes frias, que empilham água na costa.

Ao longo da Restinga do Cardoso existem três estreitamentos provocados pelo padrão meandrante do Mar do Ararapira, com largura inferior a 200 m entre a linha de costa do corpo lagunar e a linha de costa do mar aberto. Mihály (1997), a partir de perfis topográficos, monitorou o mais estreito dentre estes esporões e constatou que em setembro de 1993 a largura entre as linhas de costa do corpo lagunar e a de mar aberto era de 44 m, sendo em maio de 1996 de 36 m. A partir destes dados e considerando estas taxas de erosão, Mihály & Angulo (2002) previram a ruptura deste esporão para o início da segunda década do século XXI.

Além desses levantamentos, Angulo *et al.*, (2007) monitoraram o esporão a partir de perfis topográficos nos anos de 2001, 2004, 2006 e 2007 e verificaram uma largura de 41 m, 33 m, 20 m e 18 m respectivamente. Além disso, analisaram a fotografia aérea de 1980 e verificaram uma largura entre 90 e 100 m. Considerando

estes dados e ainda os de Mihály (1997) e Mihály & Angulo (2002), previram o rompimento do esporão para finais de 2012 com margem de erro de $\pm 2,6$ anos.

Os perfis topográficos indicam que a erosão na margem estuarina é contínua, com taxas entre 1,8 m/ano (2001 a 2004) e 4,2 m/ano (2004 a 2006). Já, na margem oceânica do esporão ocorreram períodos de erosão (2001-2004) e de acresção (2004-2007). Assim, se nos próximos anos houver erosão na margem oceânica a abertura da barra pode se antecipar e se houver acresção, retardar (Angulo *et al.*, 2007).

4.5 NOVO CENÁRIO HIDRODINÂMICO-COSTEIRO

Conforme o modelo de FitzGerald (1988), a contínua alongação da Restinga do Cardoso causaria a gradativa ineficiência no fluxo de maré vazante. Este fato, juntamente com o rompimento do esporão, propiciaria a formação de uma nova desembocadura, 6 km a NE da atual.

Segundo Angulo *et al.*, (2007), primeiramente apenas o espraiamento das ondas maiores deverão sobrepassar o esporão em eventos de maré meteorológica, até que se estabeleça um canal permanente de comunicação entre o mar aberto e o estuário. O canal deve então alargar-se rapidamente, até atingir o tamanho da desembocadura atual, em torno de 1 km. Com o aumento da vazão do fluxo hídrico nesta nova desembocadura, deve-se diminuir a vazão para a desembocadura atual, resultando no seu fechamento pela ação das ondas e da corrente de deriva litorânea. Parte das areias do delta de vazante deverá fechar a desembocadura atual e parte deverá migrar para NE, pela ação da deriva predominante, e formar o novo delta em frente à nova desembocadura.

A formação de um novo delta de maré propicia a formação de uma zona de convergência da deriva longitudinal, o que provavelmente mudará o padrão de refração das ondas resultando na progradação da costa nas proximidades da desembocadura, semelhante a que ocorre na desembocadura atual. A barreira imposta pelo efeito molhe hidráulico também propicia a progradação nas adjacências da desembocadura, que impedem a passagem do sedimento, tornando-o suscetível

a deposição. A progradação é mais intensa próxima à barra e diminui à medida que se afasta do delta (ANGULO *et al*, 2007).

Os autores consideram ainda que, após a abertura da nova desembocadura, a direção de migração seja no sentido da deriva predominante, ou seja para NE, ao contrário do que ocorre no momento. O estreito esporão e o deságüe do canal do varadouro no Mar do Ararapira à retaguarda não deve favorecer o efeito meandro, que propicia a migração para SW.

O fechamento da barra atual deve provocar a transformação das características hidrológicas do estuário. O setor localizado a sudoeste da nova barra, onde a velocidade das correntes deve diminuir drasticamente, transformar-se-á num corpo d'água semifechado, propício ao assoreamento por areias e finos e à diminuição da oxigenação de suas águas (ANGULO *et al.*, 2007).

5. OCUPAÇÃO

5.1 OCUPAÇÃO E A DINÂMICA COSTEIRA

Angulo (1993a), com base nos primeiros levantamentos aerofotogramétricos realizados no litoral paranaense nos anos de 1952-55 e 1980-81, classificou a costa paranaense, conforme as variações da linha de costa sofridas neste período, em estáveis, moderadamente instáveis, e instáveis (FIGURA 4).

As costas estáveis teriam variação da linha de costa inferior a 10 m, as moderadamente instáveis, de algumas dezenas de metros e as instáveis de várias dezenas até centenas de metros.

Seguindo os critérios de estabilidade, o autor faz algumas recomendações quanto à ocupação nestas áreas. Em praias oceânicas, com aparente equilíbrio dinâmico e com apenas variações sazonais, sugere-se, conforme determina a legislação, um recuo de 30 m apartir da preamar; recuos em torno de 100 m nas áreas que apresentaram variações inferiores a este valor; e a não ocupação em áreas com variações superiores a 100 m e tendência contínua a erosão. Nesta classificação as praias estuarinas não foram consideradas.

Estes critérios foram estipulados pelo autor para toda a costa paranaense, mas é sugerido que em cada local existam estudos mais específicos sobre a dinâmica de variação da linha de costa para subsidiar o planejamento da ocupação.

Angulo & Araújo (1996), classificaram a costa paranaense segundo a sua dinâmica em: costas oceânicas; estuarinas; e de desembocadura. A costa oceânica foi considerada aquela voltada para mar aberto, que não apresenta influência significativa das desembocaduras estuarinas e cuja dinâmica é dominada por ondas e correntes de deriva litorânea; as costas estuarinas ocorrem no interior de estuários e complexos estuarinos, sendo sua dinâmica dominada pelas marés; as costas de desembocadura ocorrem próximas às desembocaduras tanto voltadas para o estuário como para o mar aberto, e sua dinâmica é influenciada por ondas, correntes de deriva litorânea e correntes de maré.

Os autores salientam que é difícil estabelecer limites entre costas com e sem influência de desembocaduras, porque estas são variáveis temporal e espacialmente.

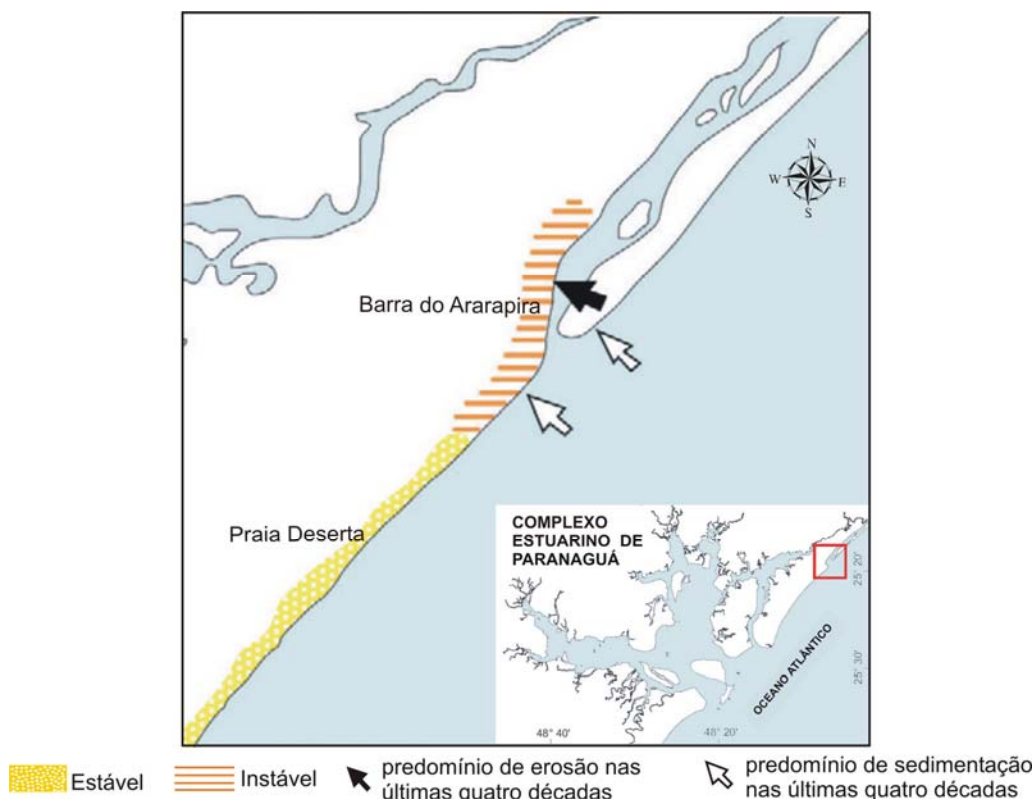


FIGURA 4 - DINÂMICA DA COSTA NO EXTREMO NORTE DO PARANÁ

FONTE: Modificado de Angulo (1993c)

5.2 OCUPAÇÃO TRADICIONAL

A ocupação tradicional ao longo da costa paranaense está associada a vilas de pescadores artesanais. Segundo Marone *et al.* ([200-]), a localização das comunidades tradicionais é fortemente condicionada pelo tipo de costa, devendo ser favorável ao acesso das pequenas embarcações, o que limita grandemente a distribuição das vilas.

A ocupação tradicional nos estuários ocorre preferencialmente em terraços de 1 a 4 metros sobre o nível de maré alta; em planícies próximas ao nível de maré alta e conseqüentemente suscetíveis às inundações por marés meteorológicas; ou em encostas de morros chegando aos estuários e formando costões rochosos (MARONE *et al.*, [200-]).

Os manguezais, que correspondem 91% da costa estuarina, deixam de ser ocupados pela dificuldade de acesso das embarcações à costa adjacente, formando uma barreira entre o corpo aquoso e a costa, e pelas suscetíveis inundações características a esse ecossistema.

A ocupação tradicional das costas oceânicas e de desembocaduras se dá em locais protegidos da ação das ondas e dos ventos, provenientes de sul e sudeste. Algumas ocupações têm acesso aos três tipos de costa: estuarina, de desembocadura, e de mar aberto. Esta última ainda pode apresentar a proteção dos deltas de maré, que diminuem a intensidade das ondas, mas torna-se um obstáculo quando se pretendem transpô-la e alcançar o mar aberto (MARONE *et al.*, [200-]).

5.3 USO E OCUPAÇÃO NAS MARGENS DO MAR DO ARARAPIRA

O Parque Nacional do Superagüi foi criado pelo decreto federal nº. 97688 em 1989. Seus limites foram ampliados em 1997, pela lei nº. 9513, incluindo-se sete comunidades em seu interior, entre elas Barra do Ararapira e Ararapira, esta última em processo de extinção (VIVEKANANDA, 2000; CZAJKOWSKI, 2004). Até o momento, ainda não foi elaborado o Plano de Manejo dessa unidade.

Segundo o SNUC (2002), Barra do Ararapira e as demais vilas incluídas dentro do Parque encontram-se em processo irregular de ocupação. Conforme determina a legislação, as terras estabelecidas como Unidades de Conservação de Proteção Integral devem pertencer à União, que se obriga a adquirir as eventuais terras de posse particular. A presença humana no interior dessas unidades, portanto, não é permitida e qualquer ocupante, tradicional ou não, devem ser retirados (SNUC, 2002).

Segundo Vivekananda (2000), a ampliação foi embasada na ocorrência do mico-leão-de-cara-preta, na presença de aves migratórias na Praia Deserta, e na tentativa de restabelecimento de um corredor ecológico entre o continente e a ilha.

Czajkowski (2004) analisou os procedimentos que antecederam a ampliação do Parque Nacional do Superagüi, e considerou incoerente com a delimitação feita, já que em tais procedimentos tinha-se uma preocupação em se evitar conflitos de

uso pelas populações locais e os objetivos restritivos de conservação, excluindo-se estas de seu interior, fato não ocorrido.

Enquanto o Plano de Manejo não é elaborado, o SNUC (2002) determina que se estabeleçam normas e ações específicas destinadas a compatibilizar a presença das populações tradicionais residentes com os objetivos da unidade, sem prejuízo dos modos de vida, das fontes de subsistência e dos locais de moradia destas populações, assegurando-se a sua participação na elaboração das referidas normas e ações, e que devam ser mantidos as condições e os meios necessários para a satisfação das suas necessidades materiais, sociais e culturais.

As comunidades presentes no interior do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, assim como as do Parque Nacional do Superagüi, se encontram em situação fundiária irregular. O Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), em seu zoneamento, contempla a ocupação humana tradicional, desde que em área apropriada, não oferecendo riscos aos objetivos de conservação do parque. As áreas apropriadas à ocupação ficam impossibilitadas para moradores não tradicionais.

Os locais onde se encontram as comunidades tradicionais de Enseada da Baleia e Pontal do Leste foram consideradas como área de Uso Extensivo. Segundo o Plano de Manejo do PEIC (SÃO PAULO, 2002), áreas de Uso Extensivo são aquelas *com pequena interferência humana aparente, e seu principal objetivo de manejo é a manutenção de um ambiente natural com mínimo impacto humano, oferecendo, entretanto, acesso e facilidade pública para fins educativos e recreativos.*

A elaboração do Plano de Manejo, assim como o diagnóstico, o zoneamento e as diretrizes de gestão que lhe fazem parte, contaram com a participação do Comitê consultivo de Apoio a Gestão, sendo composto por membros de Instituições públicas, da sociedade civil e dos representantes das comunidades locais.

O Parque Estadual da Ilha do Cardoso foi criado pelo decreto estadual nº. 40.319 de 1962. Os Planos de Manejo dos parques estaduais paulistas seguem regulamentação própria (Decreto Estadual nº. 25.341/86). O zoneamento, que também é definido por esse regulamento, poderá, conforme o caso, conter no todo ou em parte, as seguintes zonas: intangível, primitiva, uso extensivo, uso intensivo, histórico-cultural, recuperação e uso especial.

6. METODOLOGIA

A área foi dividida em dois setores principais de forma a contemplar as ocupações humanas (FIGURA 5): I) desembocadura do Mar do Ararapira e II) porção mais estreita da Restinga do Cardoso.

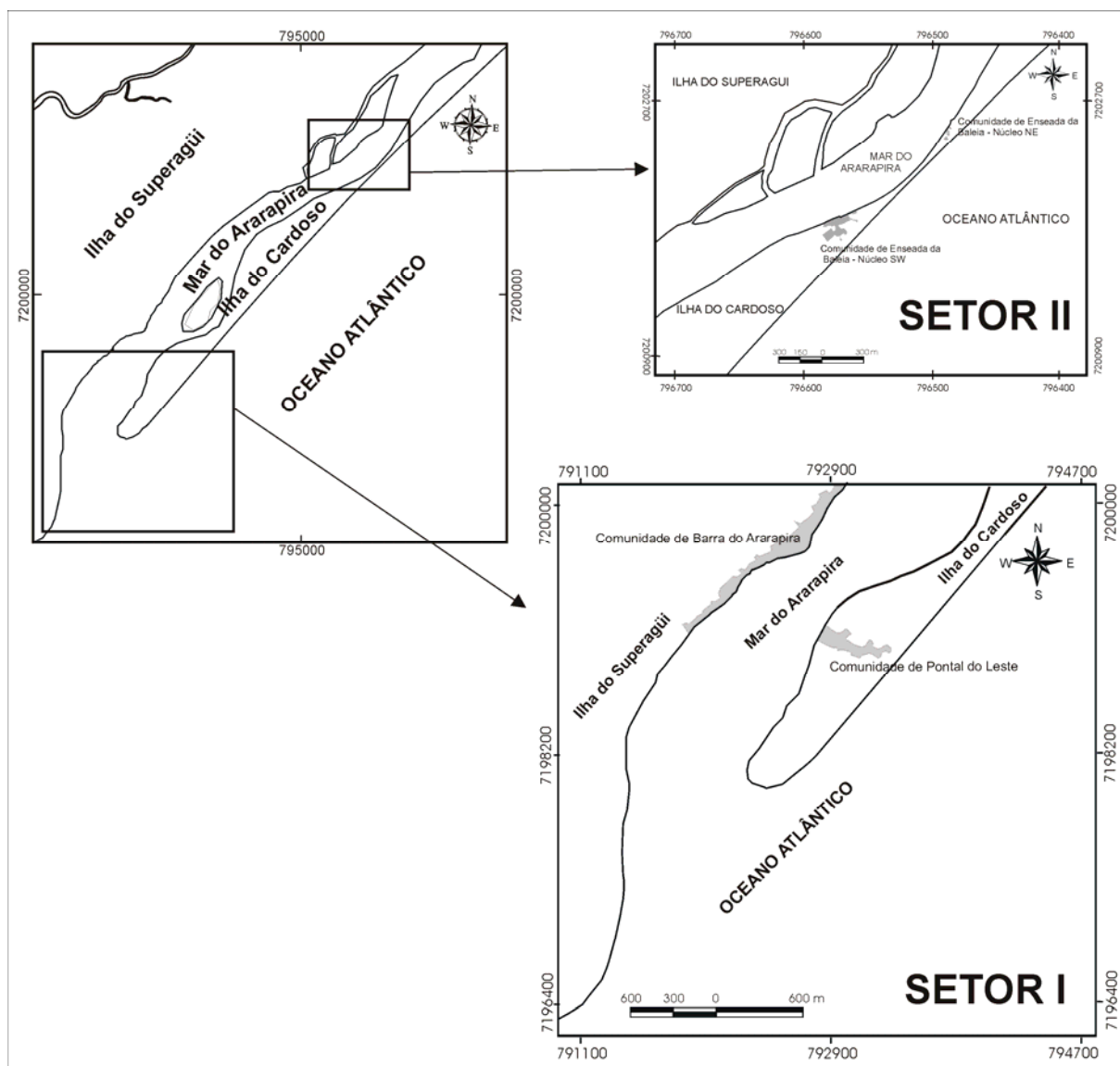


FIGURA 5 - DIVISÃO DA ÁREA DE ESTUDO NOS SETORES I: BARRA DO ARARAPIRA E II: PORÇÃO MAIS ESTREITA DA RESTINGA DO CARDOSO
FONTE: O autor (2007)

Com o objetivo de verificar a migração da desembocadura do Mar do Ararapira, das variações da linha de costa na Restinga do Cardoso e das margens

adjacentes na Ilha do Superagüi, foram utilizadas as linhas de costa de diferentes períodos: 1980, 1996 e 2003 ou 2007.

Nas proximidades da desembocadura do Mar do Ararapira, correspondente ao “setor I” foram sobrepostas as linhas de costa de 1980, 1996 e 2007. No “setor II” foram sobrepostas as linhas de costa de 1980, 1996 e 2003. Não foi possível utilizar o levantamento com DGPS de outubro de 2007 no “setor II” porque houve falhas na operação do aparelho no momento de coleta, sendo esta linha de costa substituída por outra, com maior atualidade possível, obtida apartir do aerolevanteamento de 2003.

A partir das fotografias aéreas foram obtidas as linhas de costa, considerando como tal o limite entre a vegetação e a praia. Para sobrepor as linhas de costa, é necessário que todas as fotos estejam na mesma escala e base cartográfica. Utilizou-se então o software *ENVI 4.2*, da empresa RSI, e com base na ortofoto de 1996 foi feito o georreferenciamento das demais. Para isso, marcava-se um ponto notável, de fácil identificação, na imagem base (ortofoto de 1996), e depois o seu equivalente na imagem a ser georreferenciada. Foram selecionados em torno de 20 pontos, espacializados de forma que cobrisse toda a área de estudo. O erro, ao ajustar a imagem, foi inferior a 10m.

As fotografias aéreas utilizadas foram:

- a) 1980, escala 1:25.000 – Projeto Paraná, Instituto de Terras e Cartografia do Paraná;
- b) 1996, escala 1:60.000 – Pró-Atlântica, Instituto de Terras e Cartografia do Paraná, ortofoto; e
- c) 2001, escala 1:5.000 – Projeto de Preservação da Mata Atlântica, Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo, ortofoto.

A linha de costa de 2007 foi obtida através do caminhamento pelo limite entre a vegetação e a praia, utilizando-se do GPS diferencial portadora L1 (modelo *Leica SR 20*) e de uma antena mono frequência (modelo *AT501*), adotando-se a marcação estática. O pós processamento destes dados foram realizados no software *Gis DataPRO*, da própria *Leica*, utilizando-se da base da empresa MANFRA, em Curitiba, para a correção dos dados. O erro da amostragem foi inferior a 1 m.

As linhas de costa foram sobrepostas no software *ArcView GIS 3.2*, da empresa *ESRI*, e obtidos os valores de variação da linha de costa.

Com o objetivo de verificar quais áreas da vila de Barra do Ararapira sofrem a ação da erosão costeira, realizaram-se três perfis topográficos ao longo da comunidade.

Os perfis foram realizados nos dias 11 de novembro de 2006; 29 de maio de 2007; e 03 de outubro de 2007.

Com o objetivo de monitorar a porção mais estreita da Restinga do Cardoso, foi realizado um perfil topográfico perpendicular à linha de costa, abrangendo desde a linha da água do Mar do Ararapira até a linha da água do lado oceânico.

Os levantamentos se realizam nos dias 11 de novembro de 2006; 27 de fevereiro de 2007; 29 de maio de 2007; e 03 de outubro de 2007.

Para os levantamentos topográficos foram utilizados nível de precisão, mira, trena e estacas, posicionadas perpendicular a linha de costa, com a distância entre as mesmas estabelecidas pelas variações altimétricas e morfológicas do terreno.

A localização dos perfis foi assegurada através da implantação de marcos fixos, correspondente ao ponto de referência (ou ré).

Os dados obtidos em campo foram inseridos no software *Surfer 8.0* e calculados a variação volumétrica de cada série de perfil, considerando para cálculo o perfil com 1 m de largura.

Os resultados obtidos foram também comparados com a sobreposição das linhas de costa dos anos 1980, 1996 e 2003 ou 2007.

Em maio de 2006 foi realizado na vila de Barra do Ararapira uma experiência de pesquisa participativa na comunidade, contando com a participação de uma equipe interdisciplinar² e dos moradores da própria comunidade.

A técnica utilizada foi o “Mapa Falado”, uma ferramenta de Metodologia de Diagnóstico Rápido Participativo que tem o objetivo de captar informações sobre a comunidade de uma maneira lúdica e participativa. Esta ferramenta propicia a visualização do espaço físico da comunidade, atual ou passado, a partir de um esquema ou um desenho no chão que representa as áreas de moradia, recursos hídricos, recursos pesqueiros, ecossistemas, impactos ambientais, etc. (BRASIL, 2006). Para confecção do mapa são utilizados produtos da localidade, tais como

² A equipe interdisciplinar foi composta pela pós-doutoranda Silvia Rösler, coordenadora da pesquisa; pela socióloga e doutoranda Maristela Marangon; pelo engenheiro florestal Joaquim Graf; pelo colaborador Renato Siqueira; e pelos graduandos em Oceanografia do CEM/UFPR Alexandre R. Arten e Marcelo Eduardo José Muller.

frutos, sementes, folhas, gravetos, entre outros. Porém, mais importante do que o produto material gerado, é a discussão desencadeada durante a dinâmica que traz à tona uma grande riqueza de informações.

A aplicação do Mapa Falado na vila de Barra do Ararapira (FIGURA 6) teve como tema a erosão costeira (tema escolhido pelos próprios moradores por ser um problema recorrente em seu dia a dia) e o cenário ilustrado foi do ano de 1969. Os dados desta pesquisa ainda não foram publicados. As referências no texto sobre esta experiência será considerada como “citação pessoal durante o mapa falado”.



FIGURA 6 - APLICAÇÃO DO MAPA FALADO NA VILA DE BARRA DO ARARAPIRA

7. RESULTADOS

7.1 VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA

7.1.1 Setor I

A sobreposição das linhas de costa de 1980, 1996 e 2007 ilustra áreas com processos de erosão e acreção nos últimos 27 anos. O setor I foi subdividido ainda em quatro subsetores, (A, B, C e D), conforme a forma da margem e a presença ou não de populações humanas (FIGURA 6).

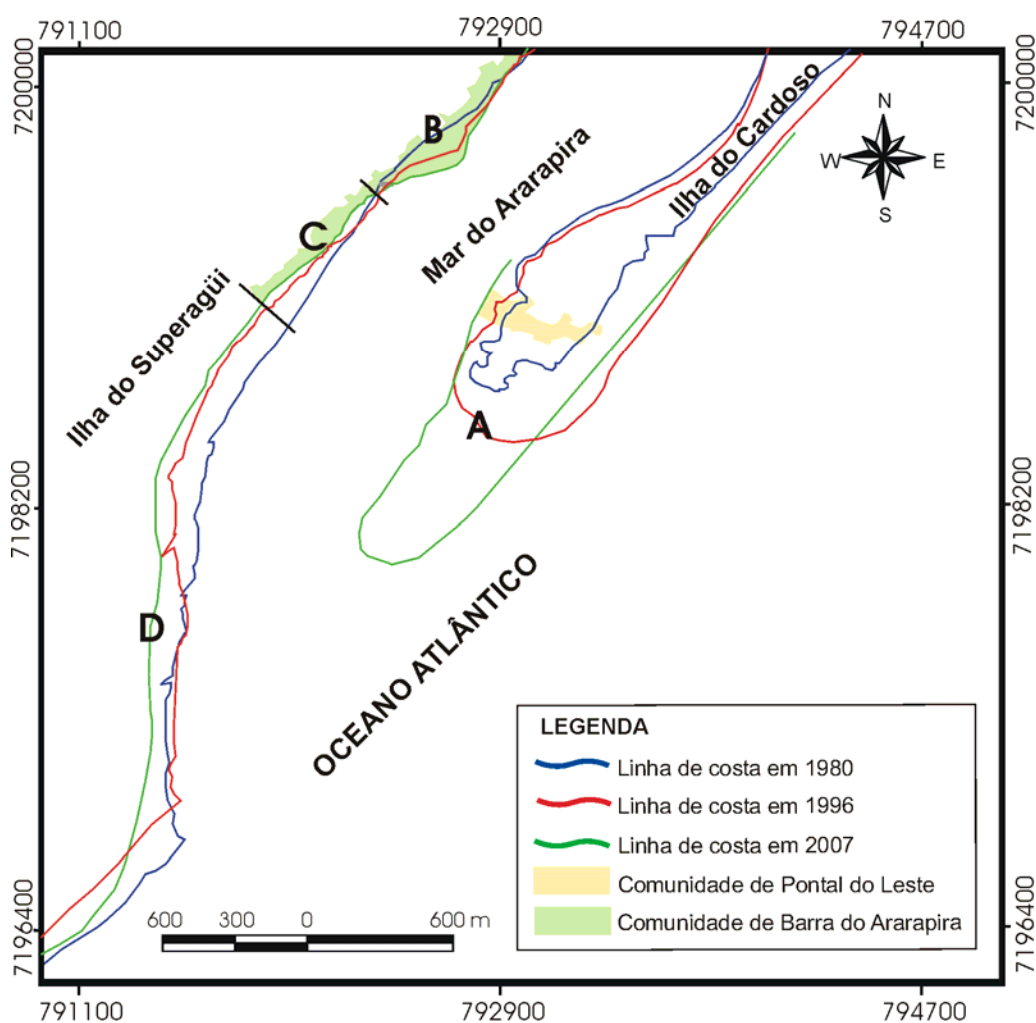


FIGURA 6 - SOBREPOSIÇÃO DAS LINHAS DE COSTA DE 1980, 1996 E 2007 E DIVISÃO DOS QUATRO SUBSETORES “A”, “B”, “C” E “D”
FONTE: O autor (2007)

O subsetor “A” (FIGURA 7) corresponde ao extremo SW da Restinga do Cardoso, na margem esquerda do Mar do Ararapira próximo à desembocadura, incluindo-se a comunidade de Pontal do Leste. Neste setor a linha de costa se deslocou aproximadamente 855 m para SW entre os anos de 1980 e 2007; 100 m entre os anos de 1980 e 1996; e 755 m entre os anos de 1996 e 2007 (TABELA 1).

A comunidade de Barra do Ararapira está localizada ao longo da margem direita do Mar do Ararapira, sendo em parte posicionada para o interior do estuário, em locais sem grandes variações da linha de costa; parte posicionada na margem convexa do corpo lagunar; e parte na margem côncava.

O subsetor “B” (FIGURA 8) representa a comunidade de Barra do Ararapira posicionada sobre a margem convexa. Neste setor, entre os anos de 1980 e 2007 houve o avanço da linha de costa em direção ao estuário de 170 m. Entre os anos de 1980 e 1996 a acresção foi de 117 m e entre os anos de 1996 e 2007 de 53 m (TABELA 1).

A porção da comunidade de Barra do Ararapira que está localizada sobre a margem côncava do corpo lagunar, foi representada na figura 4 como subsetor “C” (FIGURA 9). Esta região, ao contrário do subsetor “B”, encontra-se em processo contínuo de erosão nos últimos 27 anos, onde foram encontrados valores de recuo da linha de costa de aproximadamente 143 m entre os anos de 1980 e 2007; 97 m entre os anos de 1980 e 1996; e de 46 m entre os anos de 1996 e 2007 (TABELA 1).

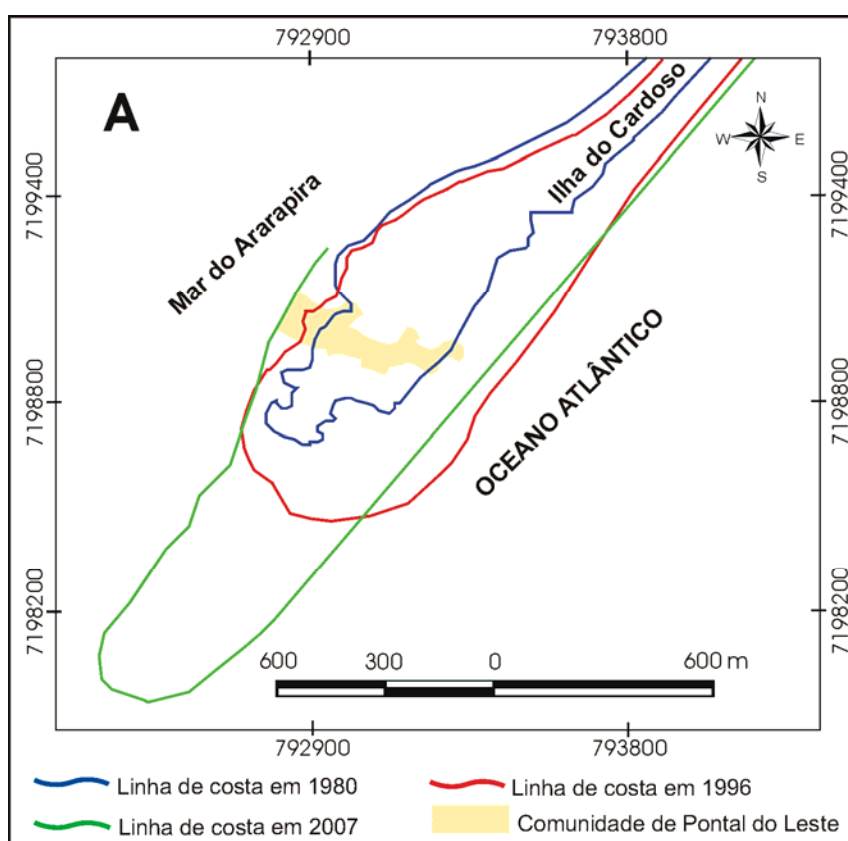
O subsetor “D” (FIGURA 10), trecho sem ocupação do lado direito da desembocadura, também sobre a margem côncava do Mar do Ararapira, apresentou recuo da linha de costa na porção mais a NW de até 193 m, aproximadamente, entre os anos de 1980 e 2007. Entre os anos de 1996 e 2007 a sobreposição das linhas de costa demonstra um recuo de 54 m (TABELA 1).

A porção mais a SW deste setor, na parte mais externa da margem direita, apresentou valores variáveis de erosão entre os anos de 1980 e 2007, de 25 a 120 m. No entanto, comparando-se as linhas de costa dos anos de 1996 e 2007 observa-se a progradação, variável entre 55 e 105 m. Os valores mais díspares são quando comparado as linhas de costa de 1980 e 1996, sendo a erosão neste trecho variável entre 45 e 140 m.

Um resumo das variações da linha de costa no setor I podem ser verificadas na tabela 1.

TABELA 1 - VARIAÇÕES MÁXIMAS DA LINHA DE COSTA NO SETOR I

SETOR		PROCESSO			VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA (m)		
		1980-1996	1996-2007	1980-2007	1980-1996	1996-2007	1980-2007
I	A	Acréscão	Acréscão	Acréscão	100	755	855
	B	Acréscão	Acréscão	Acréscão	117	53	170
	C	Erosão	Erosão	Erosão	46	97	143
	D	Erosão	Erosão	Erosão	139	54	193

FIGURA 7: SOBREPOSIÇÃO DAS LINHAS DE COSTA NO SUBSETOR "A"
FONTE: O autor (2007)

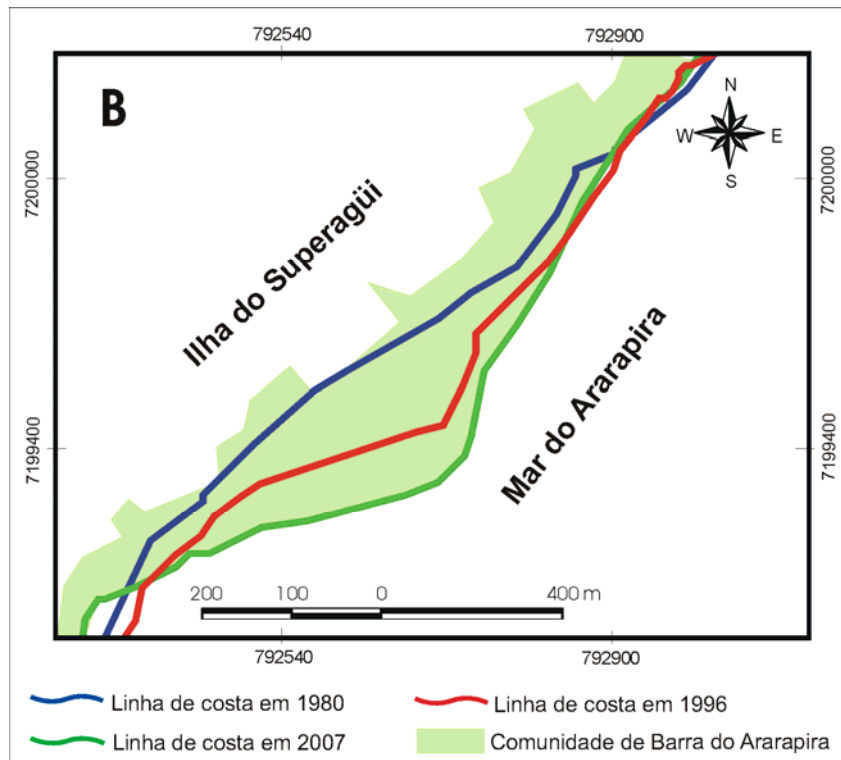


FIGURA 8: SOBREPOSIÇÃO DAS LINHAS DE COSTA NO SUBSETOR “B”
 FONTE: O autor (2007)

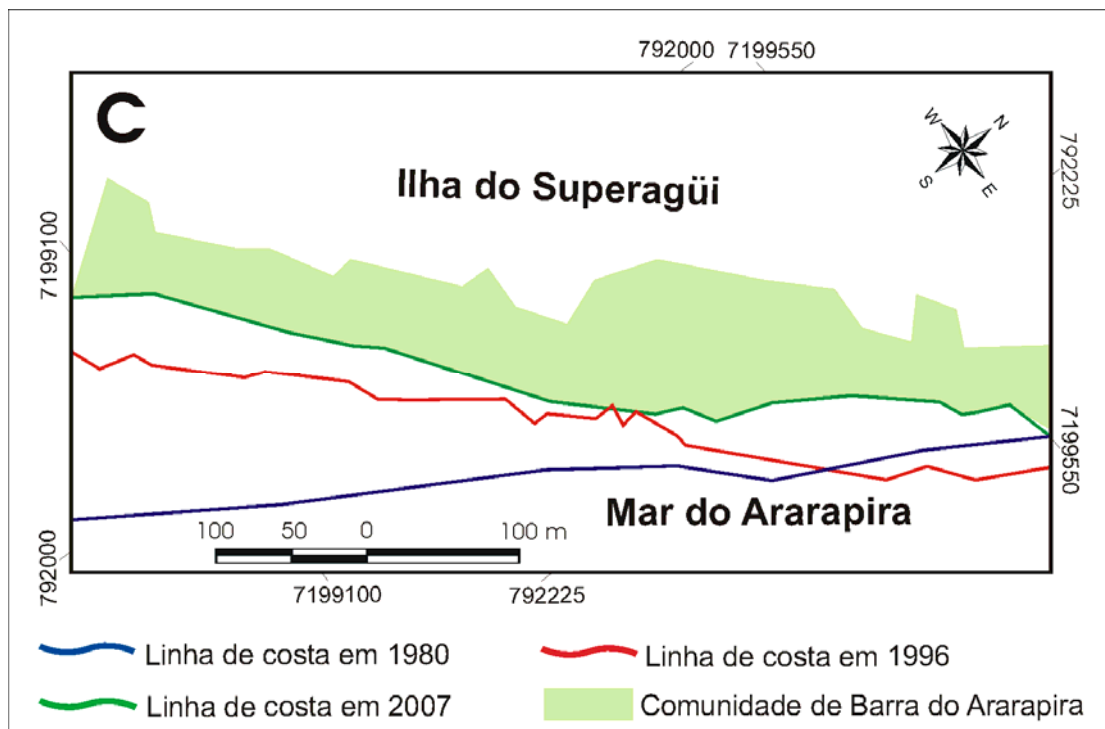


FIGURA 9: SOBREPOSIÇÃO DAS LINHAS DE COSTA NO SUBSETOR “C”
 FONTE: O autor (2007)

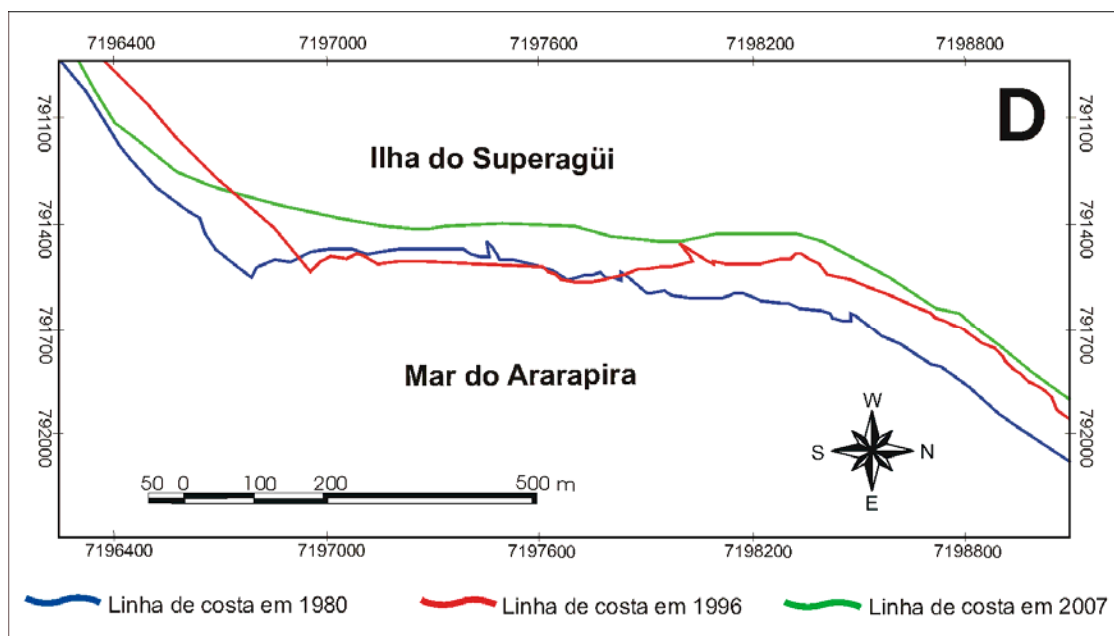


FIGURA 10: SOBREPOSIÇÃO DAS LINHAS DE COSTA NO SUBSETOR “D”.
FONTE: O autor (2007)

5.1.2 Setor II

No setor II, que corresponde às proximidades da porção mais estreita do esporão, foram comparadas as linhas de costa dos anos de 1980, 1996 e 2001, todas obtidas a partir de fotografias aéreas (FIGURA 11).

A sobreposição das linhas de costa das três diferentes datas indicam áreas de erosão na parte interna, na margem do Mar do Ararapira, e relativa estabilidade no lado oceânico.

No subsetor “E” (FIGURA 12 - E), comunidade de Enseada da Baleia localizada mais a SW, a linha de costa recuou de 20 a 40 m no lado estuarino entre os anos de 1980 a 2001, e de 13 a 22 m entre os anos de 1996 e 2001. Na faixa de mar aberto no período 1980 a 1996 a linha de costa recuou 38 m, e no período de 1996 a 2003 progradiu 22 m (TABELA 2).

Na porção mais estreita da Restinga do Cardoso, subsetor “F” (FIGURA 12 - F), houve um recuo da linha de costa na parte estuarina de aproximadamente 23 m entre os anos de 1980 a 1996 e de 55 m no período 1980 a 2001. Na parte oceânica, entre os anos de 1996 e 2001 houve o avanço da linha de costa de 16 m.

Porém, considerando o período 1980 - 2001, houve um recuo da linha de costa de 12 m (TABELA 2).

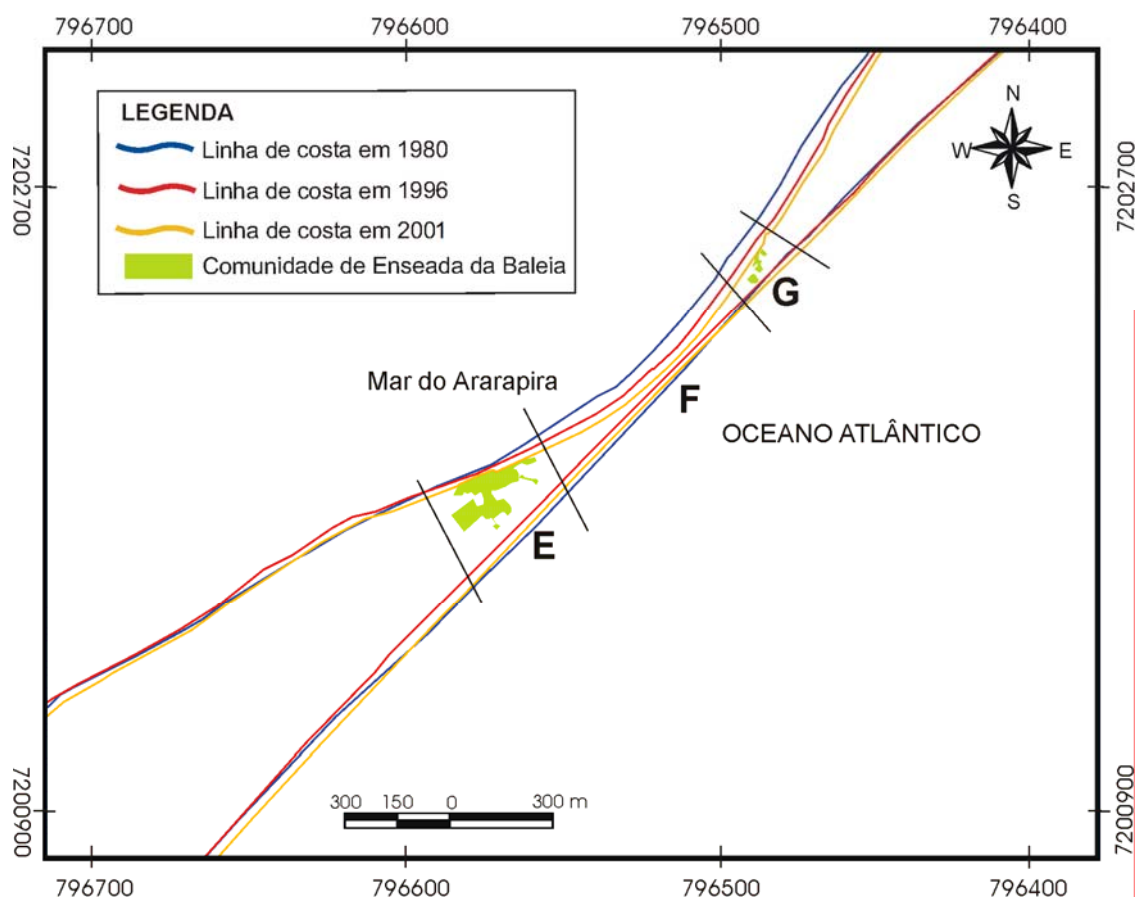


FIGURA 11 - SOBREPOSIÇÃO DAS LINHAS DE COSTA DE 1980, 1996 E 2001 E A DIVISÃO NOS SUBSETORES “E”, “F” e “G”
FONTE: O autor (2007)

No mesmo local, a distância entre a linha de costa do Mar do Ararapira até a linha de costa do mar aberto era, em 1980, de 100 m. No ano de 1996 essa distância era de 41 m e em 2001 de 32 m. Em outubro de 2007 esta distância era de 17,35 m, conforme se verificou através dos perfis topográficos praias.

Na mesma comunidade, na porção mais a NE, subsetor “G” (FIGURA 12 - G), a linha de costa, na parte estuarina, recuou 60 m entre os anos de 1980 e 2001, sendo 18 m entre os anos de 1996 e 2001. No lado oceânico, a linha de costa progradou 10 m entre os anos de 1980 e 2001, e 12 m entre os anos de 1996 e 2001 (TABELA 2).

TABELA 2 - VARIAÇÕES MÁXIMAS DA LINHA DE COSTA NO SETOR II

SETOR		PROCESSO			VARIAÇÃO DA LINHA DE COSTA (m)		
		1980-1996	1996-2001	1980-2001	1980-1996	1996-2001	1980-2001
Estuário	E	Erosão	Erosão	Erosão	17	23	40
	F	Erosão	Erosão	Erosão	32	23	55
	G	Erosão	Erosão	Erosão	37	21	58
Oceano	E	Erosão	Acresção	Erosão	39	19	20
	F	Erosão	Acresção	Erosão	28	16	12
	G	Estável	Acresção	Acresção	2	12	10

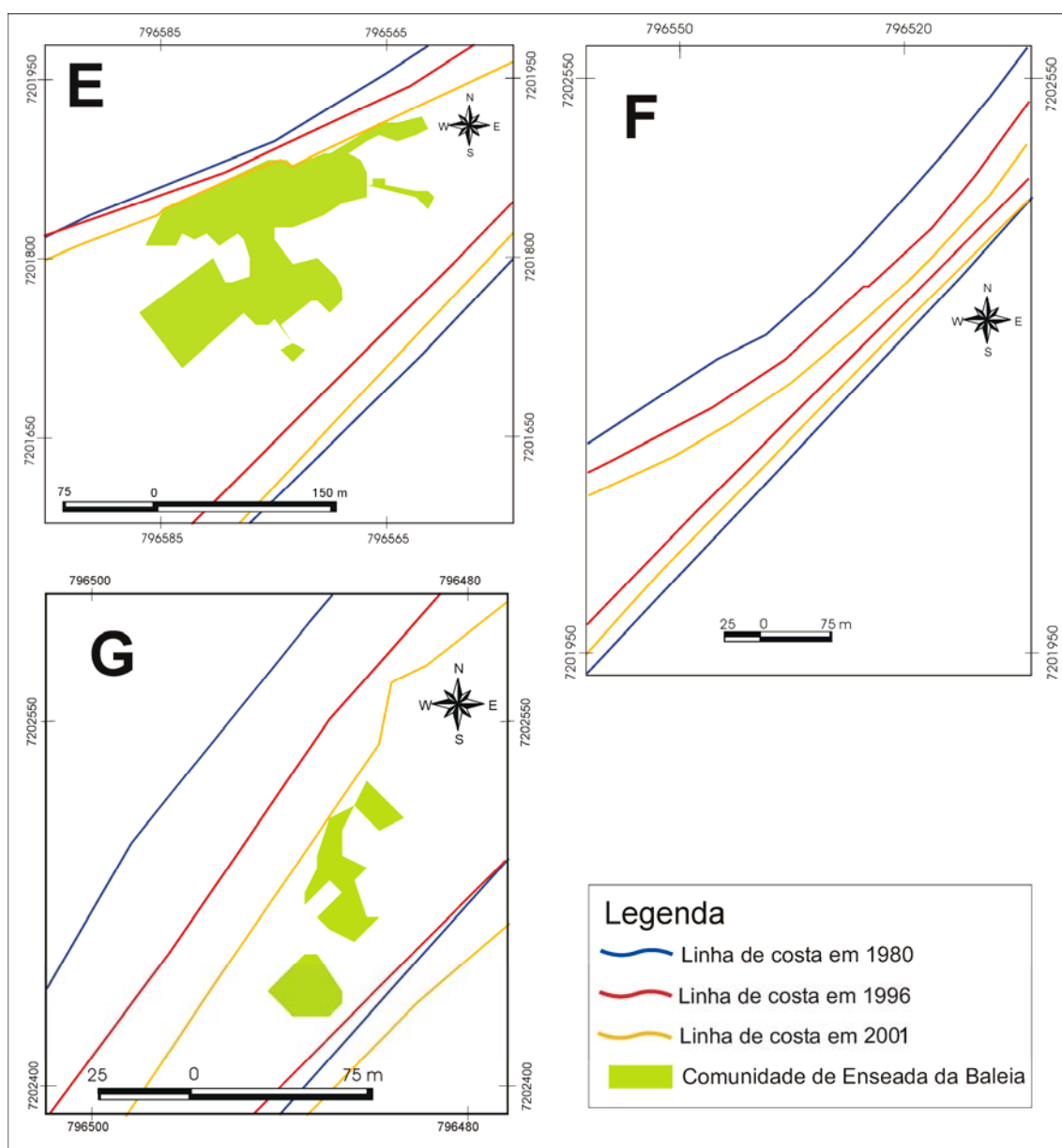


FIGURA 12: SOBREPOSIÇÃO DAS LINHAS DE COSTA DE 1980, 1996 E 2001 NOS SUBSETORES “E”, “F” E “G”
 FONTE: O autor (2007)

7.2 PERFIS PRAIAIS

7.2.1 Vila de Barra do Ararapira

Os três perfis realizados na vila de Barra do Ararapira (FIGURA 13) indicam áreas com contínuo processo de erosão e área com contínuo processo de acresção no período de monitoramento.

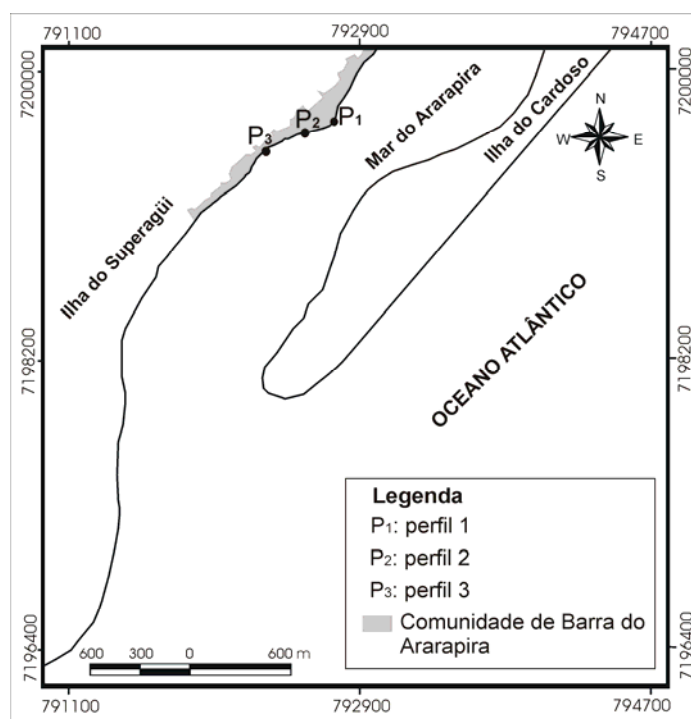


FIGURA 13 – PERFIS TOPOGRÁFICO NA VILA DE BARRA DO ARARAPIRA
FONTE: O autor (2007)

O perfil 1 (FIGURA 14), localizado mais ao interior do estuário, apresentou acresção de $0,92 \text{ m}^3$ de sedimento entre os meses de novembro de 2006 e maio de 2007; acresção de $2,04 \text{ m}^3$ no período de maio a outubro, resultando num total acrescido de novembro de 2006 até outubro de 2007 de $2,96 \text{ m}^3$ (TABELA 3).

O perfil 2 (FIGURA 14), localizado a aproximadamente 230 m a SW do perfil 1, apresentou contínuo processo de erosão no período monitorado, com erosão total de $8,79 \text{ m}^3$ de sedimento entre novembro de 2006 e outubro de 2007. Entre novembro de 2006 e maio de 2007 a erosão foi de $0,52 \text{ m}^3$ e entre maio e outubro a erosão foi bastante notória, de $8,27 \text{ m}^3$ de sedimento (TABELA 3).

O perfil 3, um pouco mais a SW, a aproximadamente 200 m do perfil 2, nota-se também um contínuo processo de erosão (FIGURA 14). No período novembro de 2006 a maio de 2007 houve um déficit de $2,91 \text{ m}^3$ de sedimento; entre maio e outubro de 2007 a erosão foi de $0,62 \text{ m}^3$; e para todo o período, novembro de 2006 a maio de 2007, a erosão foi de $3,53 \text{ m}^3$ (TABELA 3).

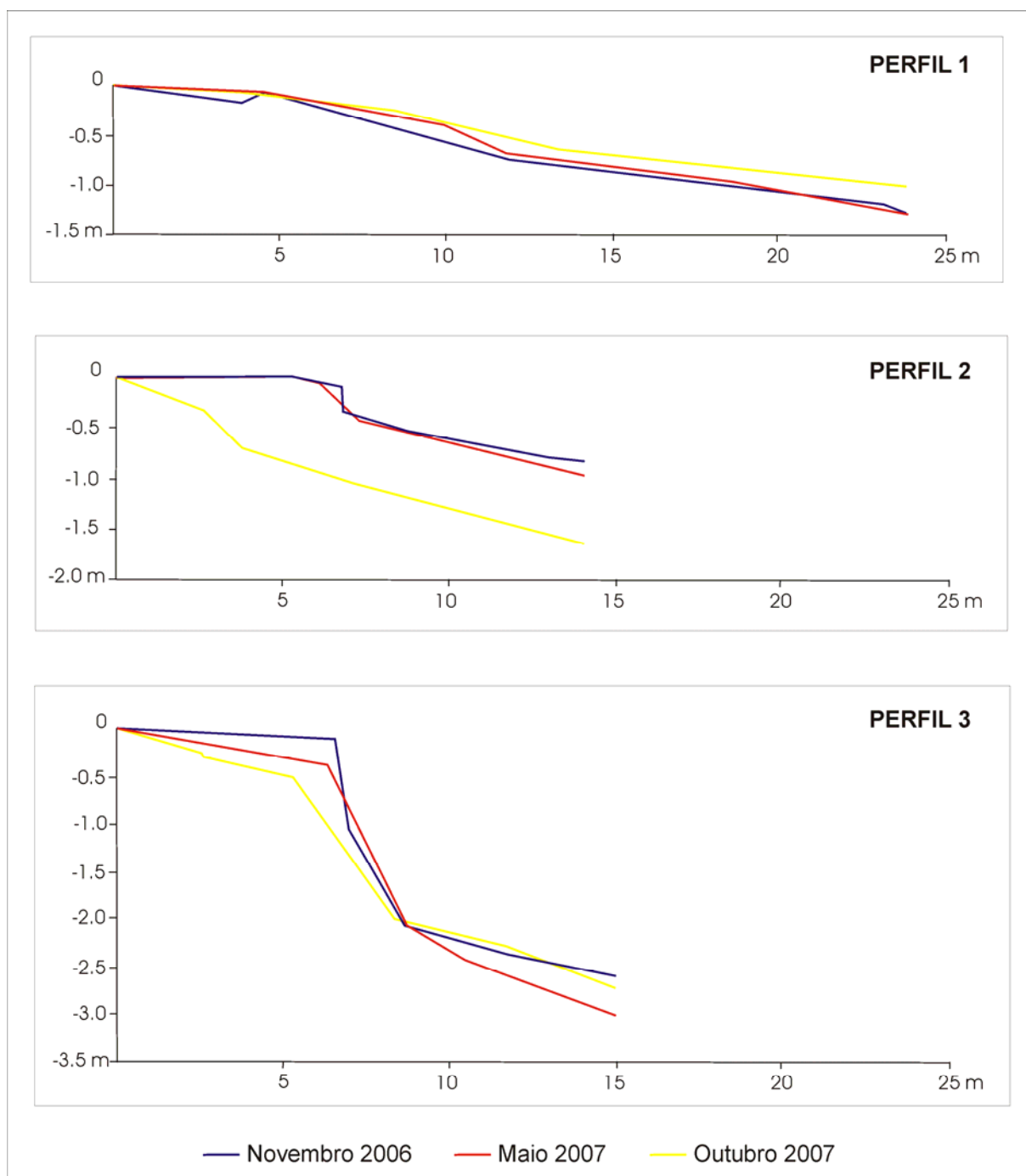


FIGURA 14 - PERFIS PRAIAS 1, 2 E 3 NA VILA DE BARRA DO ARARAPIRA
FONTE: O autor (2007)

TABELA 3 – VARIAÇÕES VOLUMÉTRICAS DOS PERFIS 1, 2 e 3 (EM m³)

	Novembro 2006 – Maio 2007	Maio 2007 – Outubro 2007	Novembro 2006 - Outubro 2007 - (TOTAL)
Perfil 1	+0,92	+2,04	+2,96
Perfil 2	-0,52	-8,27	-8,79
Perfil 3	-2,91	-0,62	-3,53

SINAIS POSITIVOS (+) REPRESENTAM ACRÉSCIMO DE SEDIMENTO E SINAIS NEGATIVOS (-) REPRESENTAM PERDA

7.2.2 Esporão da Restinga do Cardoso

Foram realizados na porção mais estreita da Restinga do Cardoso (FIGURA 15) quatro perfis topográficos entre o período de novembro de 2006 a outubro de 2007, compreendendo desde a linha d'água do corpo lagunar até a linha da água da praia oceânica.

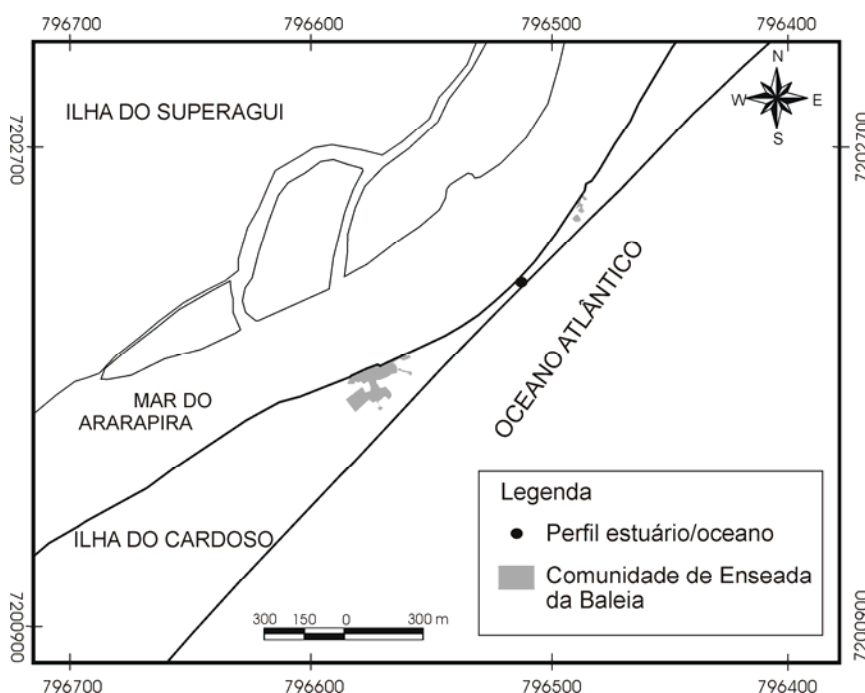


FIGURA 15 – PERFIL TOPOGRÁFICO NA PORÇÃO MAIS ESTREITA DA RESTINGA DO CARDOSO

FONTE: O autor (2007)

Em novembro de 2006 a distância entre a linha de costa do corpo lagunar e a linha de costa do lado oceânico, correspondente a falésia que margeia o corpo lagunar e o cordão dunar adjacente a praia (FIGURA 16), era de 19,58 m, em

fevereiro de 2007 essa distância era de 19,16 m, em maio de 17,7 m, e em outubro de 2007 de 17,35 m (FIGURA 17).

Na margem estuarina, prevaleceu a erosão da linha de costa perfil após perfil, sendo erodido entre novembro de 2006 a fevereiro de 2007 0,61 m; entre fevereiro a maio de 2007 0,92 m; entre maio e outubro de 2007 0,05 m; num total de 1,58 m de linha de costa erodida em todo o período monitorado (TABELA 4).

Na margem oceânica, entre novembro de 2006 a fevereiro de 2007 a linha de costa cresceu 0,19 m; entre fevereiro a maio de 2007 houve a erosão de 0,54 m; e entre maio e outubro de 2007 a erosão foi de 0,3 m; resultando no total, entre novembro de 2006 a outubro de 2007 de 0,65 m de linha de costa erodida (TABELA 4).

TABELA 4 – VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA (EM m) NA PORÇÃO MAIS ESTREITA DA RESTINGA DO CARDOSO

	Novembro 2006 - Fevereiro 2007	Fevereiro 2007 – Maio 2007	Maio 2007 – Outubro 2007	Novembro 2007- Outubro 2007 (TOTAL)
praia	+0,19	-0,54	-0,3	-0,65
estuário	-0,61	-0,92	-0,05	-1,58

SINAIS POSITIVOS (+) REPRESENTAM ACRESÇÃO DA LINHA DE COSTA E SINAIS NEGATIVOS (-) REPRESENTAM EROSÃO DA LINHA DE COSTA

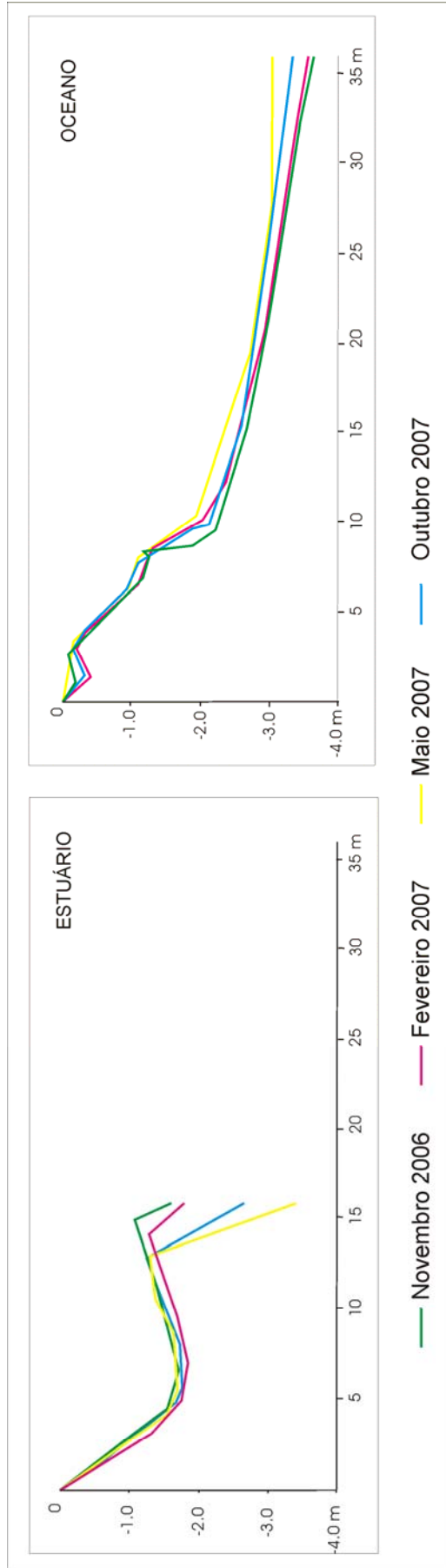


FIGURA17 - PERFIL EM DIREÇÃO AO ESTUÁRIO (ESQUERDA) E PERFIL EM DIREÇÃO AO OCEANO (DIREITA)

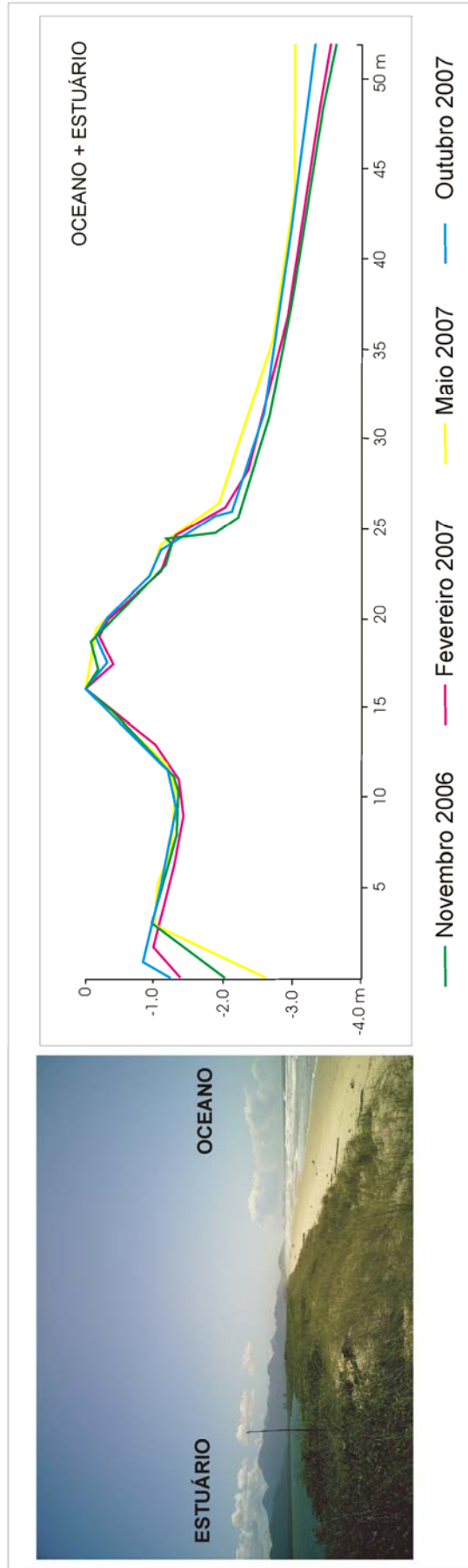


FIGURA 16 - PORÇÃO MAIS ESTREITA DA RESTINGA DO CARDOSO (ESQUERDA), PERFIL OCEANO + ESTUÁRIO (DIREITA)

7.3 MAPA FALADO

O “mapa falado” também demonstra o recuo da linha de costa, que segundo os moradores foi de 200 m na porção onde hoje se encontra a vila e “muito mais do que isso” (citação pessoal durante o mapa falado) nas proximidades da desembocadura. Ainda segundo os moradores, o brejo, localizado aos fundos da atual vila impossibilita a ocupação para o interior do Parque.

O mapa falado (FIGURA 18) demonstra o cenário da ocupação em Barra do Ararapira no ano de 1969. Nota-se a igreja já transferida, mas a escola e algumas casas ainda na porção mais instável, a SW, sendo realocadas nos anos seguintes.

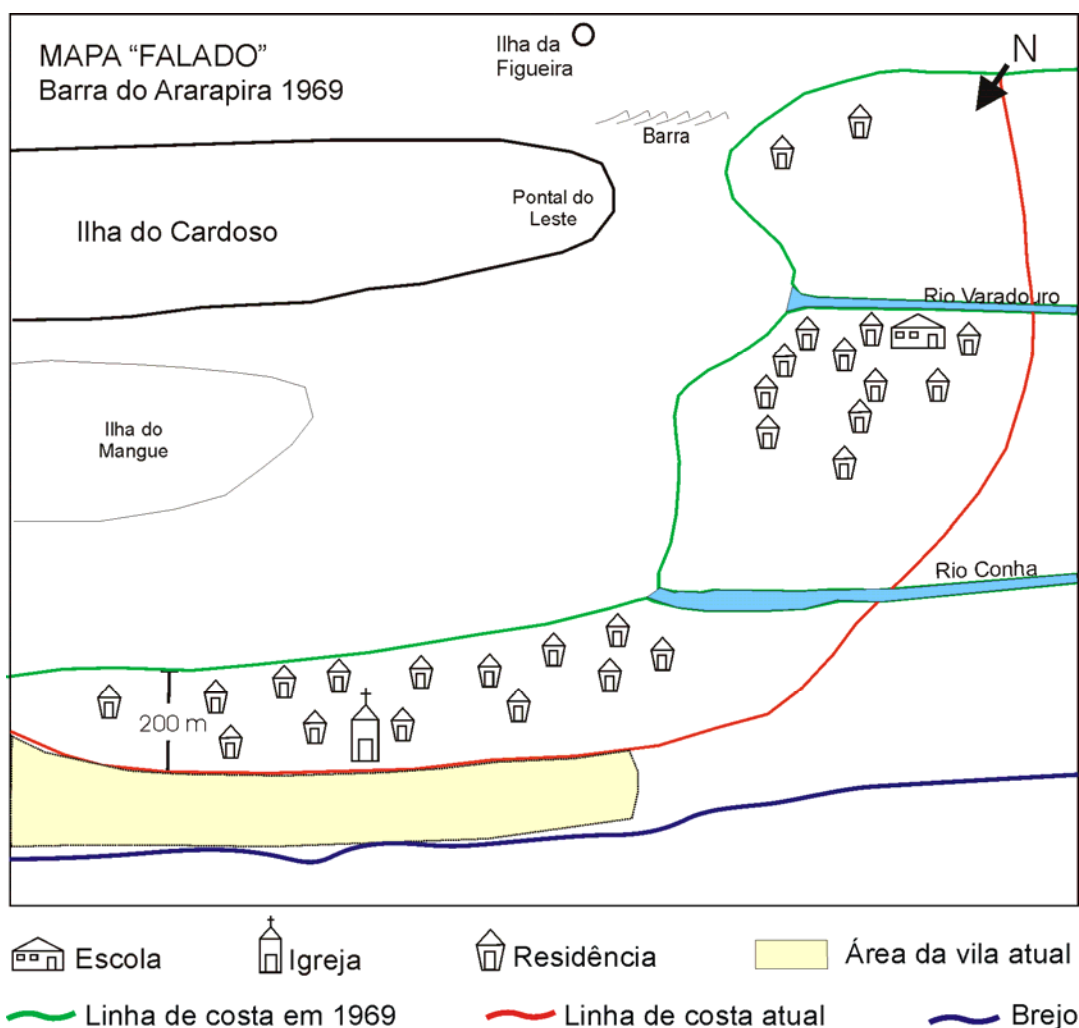


FIGURA 18 - MAPA FALADO REALIZADO NA COMUNIDADE DE BARRA DO ARARAPIRA

FONTE: Comunidade de Barra do Ararapira e equipe interdisciplinar (2006 inédito)

8. DISCUSSÃO

8.1 VARIAÇÕES DA LINHA DE COSTA

As análises da linha de costa obtida por fotografias aéreas apresentam um erro maior do que as análises *in situ* com GPS diferencial. Os erros dependem da escala da fotografia, sendo maior para a fotografia aérea de 1996, com escala 1:60.000, o que pode distorcer um pouco os dados destas análises.

As variações volumétricas identificadas pelos perfis topográficos apresentam um cunho mais qualitativo do que quantitativo. Os valores demonstram quais áreas são mais ou menos erodidas ou acrescidas. Para se obter melhores valores da variação volumétrica, seria necessário um monitoramento com uma maior série de perfis e também um maior período de monitoramento.

8.1.1 Margens da desembocadura do Mar do Ararapira (setor I)

Os resultados encontrados através da sobreposição das linhas de costa dos anos de 1980 e 2007 no subsetor “A” mostram o avanço da linha de costa a uma taxa de 31,6 m/ano. Este valor é semelhante ao encontrado por ANGULO (1999), de 25 a 30 m/ano.

ANGULO (1993c) verificou uma progradação de 300 m neste local nos 27 anos anteriores a esta análise (1953 - 1980). A área acrescida agora, também para um período de 27 anos (1980 - 2007), foi quase o triplo, de aproximadamente 855 m.

Esta progradação da Restinga do Cardoso no sentido SW também já foi verificada por outros autores como Tessler (1988), Tessler & Mahiques (1993), Angulo (1993a), Mihály (1997), Mihály & Angulo (2002) e Angulo *et al* (2007).

O subsetor “B” está posicionado sobre a margem convexa do Mar do Ararapira, sendo evidenciado um processo deposicional com a sobreposição da linha de costa e com o perfil 1.

Porém, o perfil 2, também posicionado sobre este subsetor indica um processo erosivo bastante expressivo neste local no último ano. A erosão bastante evidenciada neste ponto se deve provavelmente pela sua exposição em relação às ondas provenientes do quadrante sul, que adentram pela desembocadura.

No subsetor “C”, localizado sobre a margem côncava do corpo lagunar, foi identificado o processo erosivo tanto com a sobreposição da linha de costa quanto com o perfil 3.

Os processos de ação da corrente de maré associada com a margem côncava e a ação das ondas que adentram ao estuário, também atuante no perfil 2, podem estar provocando a erosão na região do perfil 3. No entanto, a erosão não é tão pronunciada neste local devido à característica da margem, constituída por terraços de aproximadamente 1,5 m de altura. Já no perfil 2 a margem é de pouca altitude e conforme verificado com a sobreposição das linhas de costa, de recente deposição.

O subsetor “D” também está localizado na margem côncava do Mar do Ararapira e vem sofrendo processos erosivos, a no mínimo, cinco décadas. Nos 27 últimos anos (1980 - 2007) verificou-se uma erosão contínua nesta região, a uma taxa de 8,2 m por ano. Nos 27 anos anteriores (1953 - 1980), Angulo (1993c) verificou um recuo da linha de costa a taxas expressivas de 43 m/ano.

É difícil explicar quais são as causas da diminuição nas taxas de erosão nesta região, porém, sugere-se que no período 1953 - 1980 a altura dos terraços holocênicos nas margens fossem menores do que os encontrados atualmente, tornando-as mais susceptíveis à erosão.

Na porção mais a SW do subsetor “D” Angulo (1999) já havia observado a progradação de 300 m entre os anos de 1953-1980. Segundo o autor, o sedimento transportado pela corrente de deriva litorânea predominante, com sentido NE, é barrado pelo efeito molhe hidráulico e deposita-se a montante da desembocadura. A progradação é maior nas proximidades da desembocadura e vai diminuindo até que não seja mais notável a 3 km em direção ao sul da desembocadura.

O que se observa nos últimos 27 anos é erosão com relação à linha de costa de 1980, porém uma progradação com relação à de 1996.

8.1.2 Porção mais estreita da Restinga do Cardoso (setor II)

Conforme descrevem Mihály (1997), Mihály & Angulo (2002) e Angulo *et al* (2007), o processo de erosão da margem interna da porção mais estreita da Restinga do Cardoso é contínuo, e na margem voltada para o mar aberto há períodos de erosão e deposição, fato também observado com os resultados obtidos neste trabalho.

A erosão da margem interna, segundo os autores supracitados, é devido a ação do meandramento do corpo lagunar do Ararapira que erode as margens côncavas, como a em questão, e deposita nas convexas.

A taxa de erosão da porção mais estreita da Restinga do Cardoso, observada pelos perfis praias de novembro de 2006 a outubro de 2007, corresponde a 4,65 m/ano. A taxa obtida através da sobreposição das linhas de costa de 1980 e 2001 correspondem a 3,23 m/ano. Valores parecidos foram encontrados por Mihály (1997) que através de perfis praias realizou o primeiro monitoramento *in situ* na região, entre setembro de 1993 a maio de 1996, verificando uma taxa de erosão de 4,8 m/ano, e por Angulo *et al* (2007) que realizaram o mesmo monitoramento entre 2001 e 2004 e encontraram valores semelhantes, sendo de 4,2 m/ano entre 2004 a 2006, e um tanto abaixo no período de 2001 a 2004, de 1,8 m/ano.

Analisando em separado apenas as variações sofridas no lado oceânico, também na porção mais estreita da Restinga do Cardoso, foi observado tanto a erosão quanto a acresção, na escala anual e na escala de décadas. Na escala anual, verificado através dos perfis praias, houve acresção entre os meses de novembro de 2006 a maio de 2007 (6,49 m³), e erosão entre os meses de maio a outubro de 2007 (3,68 m³).

Na escala de décadas, verificado pela sobreposição das linhas de costa de 1980, 1996 e 2001, houve erosão entre 1980 e 1996 e acresção entre 1996 e 2001, porém, considerando apenas a primeira e a última data, prevaleceu a erosão.

8.2 OCUPAÇÃO

A partir do “mapa falado”, aplicado na comunidade de Barra do Ararapira, pode-se verificar que a ocupação na comunidade é influenciada pela ação da dinâmica costeira.

Na década de 50, quase toda a comunidade se localizava junto à desembocadura, entre os rios do Conha e Varadouro. Algumas poucas casas se localizavam mais a NW, a montante do Mar do Ararapira. As casas próximas à desembocadura eram constantemente realocadas por culpa da erosão, em menos de duas décadas a igreja teve que ser mudada quatro vezes de lugar (comunicação pessoal durante o Mapa Falado).

Por esse motivo, a comunidade decidiu transferir-se para a porção da vila que não sofria grande impacto da erosão costeira naquela época, cerca de 1km a Noroeste, local onde se encontra a atual vila.

Angulo (1993a) também identificou a realocação das casas e o abandono das roças nesta margem da Barra do Ararapira por culpa da erosão costeira.

8.2.1 Recomendações à ocupação

Com base nos resultados obtidos com a sobreposição das linhas de costa e com os levantamentos de perfil praial, fazem-se algumas recomendações ou sugestões a respeito do uso e ocupação nas três comunidades compreendidas na área de estudo. Foi considerado, no entanto, dois momentos: antes da abertura do esporão e depois da abertura.

A característica destas ocupações tradicionais não agride a linha de costa e não compromete o balanço sedimentar das praias. Diferentemente da ocupação urbana típica, com avenidas e calçadas à beira mar, como ocorre no litoral sul paranaense e o norte paulista.

Portanto, a intenção destas análises não é subsidiar a realocação das comunidades tradicionais que ocupam atualmente estas áreas. Mas informá-las sobre as condições da dinâmica costeira local, para um planejamento a curto prazo (até o momento da ruptura da Restinga do Cardoso e fechamento da atual desembocadura) ou a longo prazo (após o rompimento).

As sugestões fundamentam-se no trabalho de Angulo (1993a) sobre as recomendações à ocupação ao longo da linha de costa paranaense.

8.2.1.1 Momento atual: antes da ruptura do esporão

O subsetor “A”, na margem esquerda da Barra do Ararapira, houve processo contínuo de sedimentação nos últimos 27 anos, e segundo Angulo & Souza (1998), este processo já vem ocorrendo a centenas ou talvez milhares de anos.

É bastante improvável, portanto, que esse padrão se reverta, porém grande parte da área acrescida nos últimos 27 anos é constituída de um campo de dunas com baixa cota altimétrica, podendo a área estar sujeita a inundações em períodos de marés de sizígia associada a frentes frias, com ventos fortes do quadrante Sul. Dessa maneira, fica desaconselhada a ocupação nas áreas acrescidas nos últimos 27 anos (FIGURA 19).

No subsetor “B”, a partir da sobreposição das linhas de costa, foi evidenciado um processo de sedimentação nos últimos 27 anos. No entanto, o perfil 2, localizado neste subsetor indica um grande processo erosivo ocorrendo há no mínimo 1 ano (período em que foi monitorado por perfil praial).

Portanto recomenda-se a não ocupação das áreas acrescidas nos últimos 27 anos, devido a imprevisibilidade dos processos que irão atuar neste subsetor (FIGURA 19).

O subsetor “C” também é desaconselhável à ocupação. O recuo da linha de costa foi superior a 100 m nos últimos 27 anos, oferecendo grande risco a ocupação ali existente (FIGURA 19).

O subsetor “D” também apresentou recuo da linha de costa superior a 100 m para o período 1980 a 2007, ficando também desaconselhado a ocupação (FIGURA 19).

No subsetor “E” (núcleo sudoeste da comunidade de Enseada da Baleia – setor II) deve-se respeitar um recuo de 100 m da linha de costa para a ocupação na parte estuarina e 30 m na faixa de mar aberto.

Como a largura do esporão na faixa em que está localizada a comunidade é de 200 m, resta apenas uma faixa de 70 m para a ocupação. Considerando que este processo erosivo não seja revertido, fica também desaconselhada a ocupação desta área (FIGURA 20).

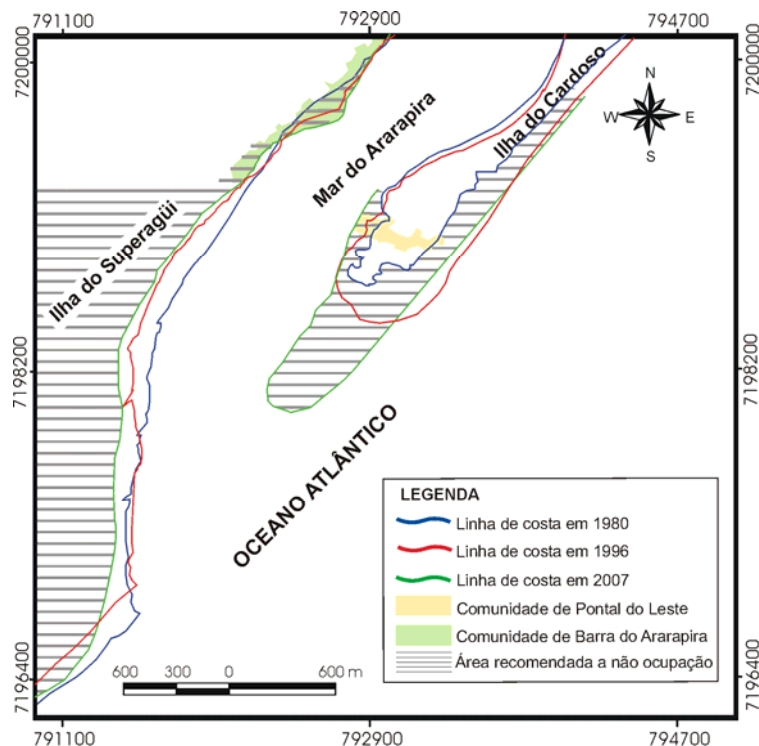


FIGURA 19 - RECOMENDAÇÕES À OCUPAÇÃO NA DESEMBOCADURA DO MAR DO ARAPIRA SEGUNDO OS CRITÉRIOS DE ÂNGULO (1993c)
FONTE: O autor (2007)

Já no núcleo nordeste da comunidade (subsetor “G”), os 80 m entre a linha de costa estuarina e de mar aberto são insuficientes para o estabelecimento de recuos para a ocupação, ficando também inviável a ocupação (FIGURA 20).

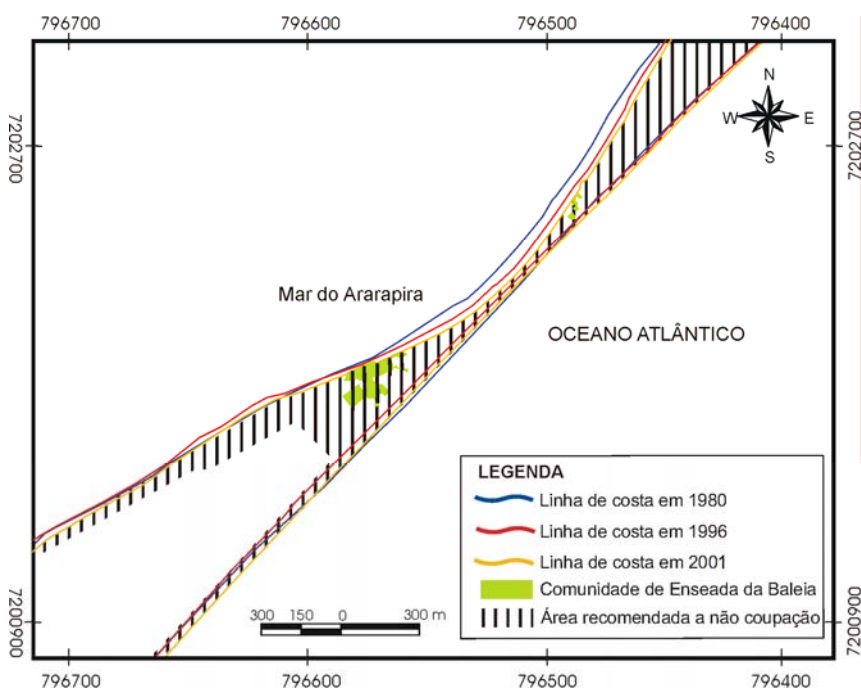


FIGURA 20 – RECOMENDAÇÕES À OCUPAÇÃO NA PORÇÃO MAIS ESTREITA DA RESTINGA DO CARDOSO
FONTE: O autor (2007)

Conforme já descrito no item 2.1.1, esta comunidade será realocada no próximo ano (2008) a 5 km NE, na mesma Ilha, em local que não apresenta risco à ocupação do ponto de vista da erosão costeira.

8.2.1.2 Após o rompimento do Esporão

Considerando o rompimento do esporão, o estabelecimento de uma nova desembocadura, o fechamento da atual e a formação de um corpo d'água semi-fechado entre a nova e a antiga desembocadura, e utilizando-se do modelo proposto por FritzGerald (1988) sobre alongação de desembocadura lagunares com rompimento do esporão arenoso, foi elaborado a FIGURA 21, que sugere as modificações que irão ocorrer no Mar do Ararapira e em suas margens.

Preferiu-se não determinar cartograficamente setores propícios, ou não, à ocupação no novo cenário hidrodinâmico, o que seria demasiadamente especulativo, portanto fazem-se algumas recomendações com base nos padrões de variação da linha de costa recorrentes em outras desembocaduras próximas.

Nas proximidades da atual desembocadura (setor I) a circulação estuarina será drasticamente modificada, diminuindo a intensidade das correntes de maré. Este setor, que hoje pode ser considerado como uma costa sob influência de desembocadura (ANGULO, 1993), se transformará em uma costa estuarina, não recebendo a influência das ondas e com ação menos intensa das correntes de maré, diminuindo assim a ação erosiva e deposicional do meandramento do Mar do Ararapira.

O setor I se transformará em uma área estável com pouca ou nenhuma variação da linha de costa. A área, portanto, ficaria apta para ocupação

O setor II também será drasticamente alterado, a ponto de ser total ou parcialmente erodido.

A ruptura do esporão formará uma nova desembocadura que deverá se alargar provavelmente 500 m para SW e para NE, a mesma distância que se encontram os dois núcleos da comunidade de Enseada da Baleia. Neste caso, a ocupação atual ficaria totalmente inviabilizada, e também nas proximidades da nova desembocadura por se tratar de uma área instável.

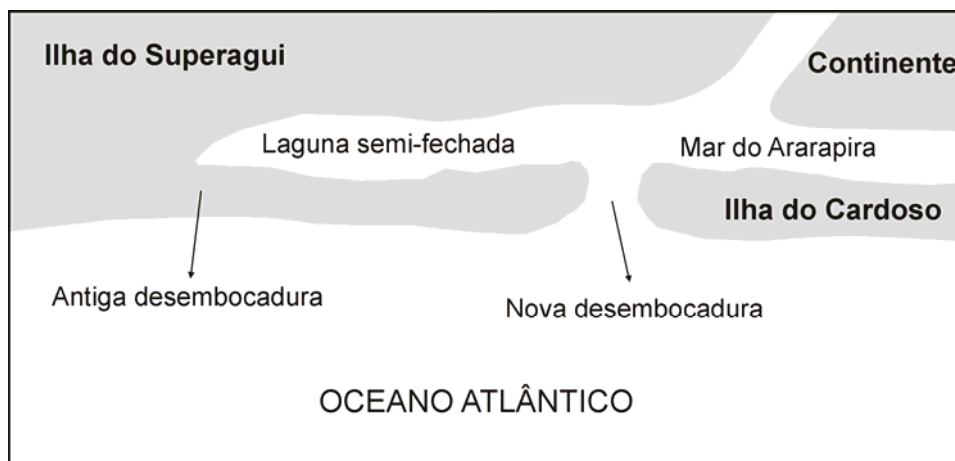


FIGURA 21 - PREVISÃO DO NOVO CENÁRIO HIDRODINÂMICO PARA O MAR DO ARARAPIRA

FONTE: Modificado de FritzGerald (1988)

8.3 A QUESTÃO DOS LIMITES ENTRE PARANÁ E SÃO PAULO

Após o rompimento da porção mais estreita da Restinga do Cardoso, o estabelecimento de uma nova desembocadura e o fechamento da atual, a área situada entre estas duas desembocaduras (a nova e a antiga) será unida fisicamente ao Parque Nacional do Superagüi, e por consequência ao Paraná, o art 4º da Lei de ampliação do Parque Nacional do Superagüi (9513/97) determina que “os *acréscimos de terra que vierem a sofrer as ilhas do Superagüi e das Peças, ao longo do perímetro do Parque Nacional que acompanha a orla marítima, em decorrência da deposição de sedimentos e ação das correntes marinhas e marés, ficarão automaticamente incluídos na área do Parque*”.

A lei estadual paulista nº 1736, de 27 de setembro de 1920, determina a divisa entre os dois estados: “*Começam no Oceano Atlântico, na barra do Ararapira, acompanham a curva do rio passando pelo povoado do mesmo nome, até o meio do Istmo do Varadouro, e, aí, buscam o divisor das águas que correm, à direita, para o mar e Canal do Ararapira, e, à esquerda para as baías do Pinheiro e Laranjeiras*”.

Como nenhuma destas leis prevê mudanças drásticas como as já descritas, uma nova lei, com um novo limite deverá ser formulada para demarcar a divisa entre os dois estados. O novo limite será na nova desembocadura ou na antiga?

Há de se considerar que a migração contínua da desembocadura para SW, já vem ocorrendo muito antes da emancipação política do Paraná, em 1853. Se a taxa de migração do esporão arenoso da Restinga do Cardoso de 1853 até 2007 for a mesma que dos últimos 27 anos (31,6 m/ano), o Paraná perdeu cerca 2,3 km². Este valor será praticamente o mesmo, caso a nova área seja anexada ao Paraná, 2,5 km².

A decisão dos novos limites deve considerar ainda a existência da comunidade de Pontal do Leste, pertencente ao estado de São Paulo e ao Parque Estadual da Ilha do Cardoso e a gestão dessas duas unidades, e os seus objetivos de conservação.

9. CONCLUSÃO

Conclui-se que os processos de erosão na margem direita da desembocadura do Mar do Ararapira são contínuos, assim como o de sedimentação na margem esquerda, no extremo sul da Ilha do Cardoso.

Na vila de Barra do Ararapira as condicionantes da erosão são: a forma da margem, sendo erodida as côncavas e acrescidas as convexas, e a sua exposição às ondas do quadrante sul que adentram ao estuário.

Na porção mais estreita da Restinga do Cardoso, o processo erosivo na margem interna é devido a forma côncava da margem, e a erosão é contínua há pelo menos 27 anos, e imagina-se que o processo erosivo continue até o seu rompimento.

Na margem oceânica há períodos de erosão e sedimentação, estando este lado da costa em equilíbrio dinâmico.

O rompimento da Restinga do Cardoso trará grandes mudanças nos padrões hoje atuantes de circulação estuarina e transporte de sedimentos. Isto afetará também a ocupação tradicional existente ao longo do Mar do Ararapira, já que esta se dá sobre a linha de costa.

10. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sugere-se para trabalhos futuros um monitoramento da influência dos fenômenos meteorológicos, principalmente a incidência de ventos do quadrante sul, nos padrões de erosão, sedimentação e no sentido da corrente de deriva litorânea nesta região, e a continuidade de monitoramentos na porção mais estreita da Restinga do Cardoso.

REFERÊNCIAS

- ANGULO, R.J. **Geologia da planície costeira do Estado do Paraná**. 334 p. Tese (Curso de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992
- ANGULO R. J. A ocupação urbana do litoral paranaense e as variações da linha de costa. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n 41, p. 73-81. 1993a.
- ANGULO R. J. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba. n 41, 52-72. 1993c.
- ANGULO R. J. & ARAÚJO A. D. Classificação da costa paranaense com base na sua dinâmica, como subsídio à ocupação da orla litorânea. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba. 44:7-17. 1996
- ANGULO R. J. & SOUZA, M. C. de; Morfodinâmica costeira. In: **Meio Ambiente e Desenvolvimento**. NIMAD, p. 175-183, 1998.
- ANGULO, R. J. **Morphological Characterization of the Tidal Deltas on the Coast of the State of Paraná**. Anais Academia Brasileira de Ciências. São Paulo, 71(4-II):935-959. 1999
- ANGULO, R. J. Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, n 10, p 175-185, julh/dez 2004.
- ANGULO, R. J.; SOARES, C. R.; MARONE, E.; SOUZA, M. C.; ODRESKI, L. L. R.; NOERNBERG, M. A. **Paraná**. In: Dieter Muehe (org.) Erosão e progradação do litoral brasileiro. 1 ed. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, 2006, v1, p 347-400
- ANGULO, R. J.; SOUZA, M. C.; MÜLLER, M. E. 2007. **Evolução do esporão e conseqüências da abertura de uma nova desembocadura do Mar do Arapira (Paraná - Brasil)**. In: ABEQUA, Congr. Assoc. Bras. Est. Quat., 11, 2007. Resumo Expandido. Belém, PA.
- BRASIL. Decreto n. 97.688, de 25 de abril de 1989.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Meio Ambiente. **Macrodiagnóstico da zona costeira do Brasil na escala da União**. Brasília. 1996.
- BRASIL. Lei n. 9.513, de 20 de novembro de 1997.
- BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação. 2002
- BRASIL, 2006. Ministério do Meio Ambiente. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Centro Nacional de Populações Tradicionais do Maranhão. **Laudo sócio-econômico e biológico para criação da reserva**

extrativista do Taim. São Luis, 2006. disponível em: http://www.ibama.gov.br/consulta/downloads/laudo_biologico_do_taim.pdf acesso: 23 de novembro de 2007.

CALLIARI, L. J. & A. H. KLEIN 1993. Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS. **Pesquisas**, 20(1): 48-56.

CAMARGO R. **Estudo Numérico das Circulações Atmosféricas e Oceânicas na Região da Baía de Paranaguá.** Tese (Doutorado) - Instituto Astronômico e Geofísico, USP, São Paulo, 1998.

CZAJKOWSKI (RÖSLER), S. **O Parque Nacional do Superagüi e alternativas para o planejamento de unidades de conservação de proteção integral.** 321p. Tese (Pós-graduação em Geociências. Área de concentração em geociências e meio ambiente). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2004.

FITZGERALD D.M. **Shoreline erosional-depositional process associated with tidal inlets.** Lecture Notes on Coastal and Estuarine Studies. In: D.G. Aubrey & L. Weishar (eds.) *Hydrodynamics and Sediment Dynamics of Tidal Inlets*, 29:186-225. 1988.

GOBBI, E. F. **Gerenciamento Costeiro: Análise de Casos do Litoral do Paraná sob a Perspectiva da Engenharia Costeira.** Tese (Doutorado em Eng. Oceânica) - COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro. 1997

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ (IAPAR). **Cartas climáticas básicas do Estado do Paraná.** Londrina. IAPAR, 1978.

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo). **Parque Estadual da Ilha do Cardoso.** Fotografia aérea, 2003. Escala 1:60000.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. (IPARDES). **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba.** Curitiba, IPARDES, 2 v., 257p. 1990.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. (IPARDES). **Diagnóstico ambiental da APA de Guaraqueçaba.** Curitiba, IPARDES, 166p + 11mapas. 1995.

INSTITUTO DE TERRAS E CARTOGRAFIA (Paraná). **Litoral norte do Estado do Paraná.** Levantamento realizado pela Aerosul. Fotografia aérea, 1980. Escala 1:25000.

INSTITUTO DE TERRAS E CARTOGRAFIA (Paraná). **Litoral norte do Estado do Paraná.** Pró-Atlântica. Levantamento realizado pela Aerosul. Fotografia aérea, 1996. Escala 1:60000.

KRUEGER, C. P.; SOARES, C. R.; PRADO, A. do. **Monitoramento do recuo e da progradação da linha de costa utilizando o Sistema de Posicionamento Global (GPS)**. In: Anais do Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. 1998, Florianópolis.

LAUDO dos Peritos de São Paulo. **Os limites entre S. Paulo e Paraná na zona extrema oriental ou marítima**. In: Questão dos limites entre Paraná e São Paulo. São Paulo. Casa Vanorden. p. 19-22. 1919.

MARQUES, F. As praias perdidas: erosão e recuo do mar redesenham o litoral brasileiro. **Revista Pesquisa Fapesp**. São Paulo, n. 92, outubro. 2003.

MARONE, E.; ANGULO, R. J.; SOARES, C. R.; NOERNBERG, M. A.; SOUZA, M. C.; CAMARGO, M. G.; FOLLADORI, G. **Uso e ocupação da costa paranaense**. In: Instituto do Milênio: Uso e apropriação de recursos costeiros. [200-]. disponível em <http://www.mileniodomar.org.br/uso&ocupacao/PR.htm> Acesso em: 24/11/2007.

MARRONI, E. V.; ASMUS, M. L. **Gerenciamento Costeiro: uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental**. Pelotas. USEB. 2005

MIHÁLY P. **Dinâmica sedimentar do litoral norte paranaense e extremo sul paulista**. 104 p. Dissertação (Curso de Pós Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1997.

MIHÁLY, P.; ANGULO, R. J. Dinâmica da desembocadura do corpo lagunar do Ararapira. **Revista Brasileira de Geociências**. v. 32, p. 217-222, junho de 2002.

MÜLLER, M.; PATCHINEELAM, S. Indicadores de erosão costeira em uma área de preservação ambiental: litoral norte do estado do Paraná. In: **II Congresso Brasileiro de Oceanografia**, Anais. Vitória - ES.

PAULA, E. de; **Geotecnologias aplicadas a estudos ambientais: ArcView GIS 3.3 (módulo 1)**. Curitiba: SIMEPAR, agosto de 2003. 69 p. Relatório Técnico n. 027/2003.

PORTOBRAS - EMPRESA DE PORTOS DO BRASIL. 1983. **Campanha de medições de ondas em Paranaguá -PR, período 21.08.1982 a 21.01.1983**. Rio de Janeiro, Inst. Pesq. Hidrog. (INPH), Div. Lev. (DIDELE), 23 p.

QUADROS J. L. de. **Variações morfológicas e volumétricas associadas à incidência de sistemas frontais em duas praias arenosas do litoral paranaense**. 57p. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2002.

QUADROS, C. J. L., MARONE, E., ARAÚJO, A. D., PRATA JR, V. P. **Sistema para perfilagem de fundo na zona de arrebentação utilizando sensor de pressão**. Pesquisas em Geociências do Instituto de Geociências da Ufrgs., 2002.

RÖSLER (ex CZAJKOWSKI), S.; **O uso de cartas-imagem e cartas temáticas para gestão participativa do Parque Nacional do Superagüi**. Curitiba: Programa

interdisciplinar de doutorado em meio ambiente e desenvolvimento - UFPR, agosto de 2006. 48 p. Relatório técnico

SÃO PAULO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente. Instituto Florestal. Projeto de Preservação da Mata Atlântica. **Plano de Manejo Fase 2: Parque Estadual da Ilha do Cardoso**. São Paulo, 2002.

SÃO PAULO. Decreto nº 9775, de 30 de novembro de 1938.

SÃO PAULO. Decreto nº 40.319 de 1962.

SÃO PAULO. Decreto nº 25.341 de 1986.

SÃO PAULO. Lei n. 1736, de 27 de setembro de 1920.

SÃO PAULO. Lei n. 1803, de 29 de novembro de 1921.

SOARES, C. R.; LANA, P.C. **Baía de Paranaguá: Mapas e histórias**. Curitiba: Ed. da UFPR. 1994. 98p. mapas (alguns color.).

SOARES C. R., PARANHOS FILHO A. C., SOUZA M. C., BRANCO J. C., FABIANOVICZ R., PRAZERES FILHO H. J., KOGUT J. S. Variações da linha de costa no Balneário Pontal do Sul (PR) no período de 1953-1993: Um balanço sedimentar. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, 42:161-171. 1994

SUPERINTENDENCIA DO DESENVOLVIMENTO DO LITORAL PAULISTA (SUDELPA). Gerenciamento Costeiro – Região Lagunar Iguape – Cananeia – Paranaguá. **Metodologia e cronograma de atividades**. 1985.

TESSLER M.G. **Dinâmica sedimentar quaternária no litoral sul paulista**. 277 p. Tese (Inst. De Geociências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1988.

TESSLER M.G.; MAHIQUES M.M. Utilization of coastal geomorphic features as indicators of longshore transport: Examples of the southern coastal region of the State of São Paulo, Brasil. **J. Coast. Res.** Itajaí, n 9, p. 823-830. 1993.

TESSLER, M.G.; GOYA, S.C. Conditioning factors of coastal processes in the Brazilian Coastal Area. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo n. 17, p. 11-23. 2005

VIVEKANANDA, G. A presença humana no Parque Nacional do Superagüi. **Cadernos do Litoral 3**. Curitiba: PROBIO 2000. p. 57-59.